



# **ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DOS EDIFICIOS DE LA UDC EN ELVIÑA**

**AUTOR: MARQUES DA SILVA, LEANDRO**

**TUTOR: ÁVAREZ DÍAZ, JOSÉ ANTONIO**

**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**

**GRADO EN INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN**

**AÑO 2014**



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**



## RESUMEN

El objeto de este trabajo es evaluar la eficiencia energética de dos edificios pertenecientes a la “Universidade da Coruña” y localizados en el Campus de Elviña, así como proponer una mejora de ésta. Estos edificios son la Escuela Universitaria de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y el edificio Xoana Capdevielle. En el primer bloque se hace una breve introducción a la eficiencia energética de edificios y a la normativa relacionada.

En el segundo bloque del trabajo se describe el proceso de toma de datos para evaluar la eficiencia energética de los edificios objeto. Además, en él se describen las características de estos edificios que son relevantes para evaluar su comportamiento energético. Primero se describen los elementos que conforman la envolvente térmica de los edificios, para seguidamente describir las instalaciones.

Una vez tomados los datos necesarios, en el siguiente bloque los edificios objeto se someten a una certificación energética. Para ello se emplea la herramienta informática CE3X. Con los resultados obtenidos se realiza un análisis pormenorizado de las causas y una comparativa entre ambos edificios.

En el bloque cuatro se analizan los puntos débiles energéticamente hablando de cada uno de los edificios. Se introducen una serie de hipótesis de mejora en el programa CE3X a partir de equipos y soluciones constructivas disponibles en el mercado. Con ello, se observa su impacto en la eficiencia energética de los edificios y se calcula su viabilidad económica. A partir de estos análisis se selecciona un conjunto de mejoras.

En el último bloque se implementan los conjuntos de mejoras de la eficiencia energética seleccionados y se compara la nueva certificación energética resultante con la antigua. Se calcula el presupuesto al detalle, con sus correspondientes mediciones, y se describen en profundidad las nuevas soluciones constructivas y equipos.

## PALABRAS CLAVE

Envolvente térmica, eficiencia energética, certificación energética, emisiones, demanda energética.

## ABSTRACT

The aim of this dissertation is doing an energy efficiency assessment of two buildings located in Elviña that belong to the “Universidade da Coruña”, as well as for suggesting an improvement of this. These buildings are the “Escuela Universitaria de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos” and the building “Xoana Capdevielle”.

In the second block of the assessment, the process of taking information to evaluate the energy efficiency of the buildings is described. Moreover, the features of these buildings that have influence to evaluate their energy behaviour are described too. Firstly, the elements that make up the thermal enclosure of the buildings are described, for describing the systems later.

Once the needed information is taken, in the next block the buildings are subjected to an energy certification. For this, the software CE3X is used. With the obtained results, an analysis of the reasons and a comparative of the buildings are done.

In the fourth block, the energy weaknesses of the building are analyzed. Several hypotheses are introduced in the software CE3X as of equipment and constructive solutions that are available in the market. With this, their impact in the energy efficiency of the buildings is observed and a viability study is done. A group of improvements is chosen as of these analyses.

In the last block, the group of the energy efficiency improvements selected are implemented and the new results of the energy certification are compared with the old one. The budget is calculated in detail, with its measurements, and the new constructive solutions and equipments are described in depth.

## KEY WORDS

Thermal enclosures, energy efficiency, energy certificate, discharges, demand for energy.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN..... 3

PALABRAS CLAVE..... 3

ABSTRACT ..... 3

KEY WORDS..... 3

OBJETIVOS DEL TRABAJO..... 5

**BLOQUE I: INTRODUCCIÓN Y NORMATIVA ..... 7**

1. CONTEXTO ACTUAL DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS ..... 8

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS..... 8

1.2. SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL ..... 8

1.3. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ..... 9

1.3.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EUROPA: LA DIRECTIVA 2012/27/UE..... 9

1.4. LAS ENERGÍAS RENOVABLES..... 10

1.5. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS ..... 10

1.6. LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS ..... 13

1.7. CONCLUSIONES..... 17

**BLOQUE II: TOMA DE DATOS..... 18**

1. ETS DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS..... 19

1.1. INTRODUCCIÓN AL EDIFICIO Y FICHAS..... 19

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA ..... 22

1.3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES..... 30

2. EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE ..... 36

2.1. INTRODUCCIÓN AL EDIFICIO Y FICHAS..... 36

2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ENVOLVENTE..... 39

2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES..... 46

3. MEMORIA DE CÁLCULO DE CE3X Y CRITERIOS USADOS PARA LA TOMA DE DATOS..... 51

3.1. INTRODUCCIÓN..... 51

3.2. CRITERIOS GENERALES..... 51

3.3. CERRAMIENTOS Y PARTICIONES..... 51

3.4. HUECOS ..... 51

3.5. PUENTES TÉRMICOS ..... 51

3.6. SOMBRAS..... 51

3.7. EQUIPOS DE ILUMINACIÓN ..... 52

3.8. EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN..... 52

3.9. VENTILADORES Y BOMBAS..... 52

3.10. EQUIPOS DE AIRE PRIMARIO ..... 52

3.11. OBSERVACIONES DE LA ETS DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS ..... 52

3.12. OBSERVACIONES DEL EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE ..... 52

**BLOQUE III: CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA..... 53**

1. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA POR EL PROCEDIMIENTO CE3X ..... 54

2. COMPARATIVA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS ..... 55

2.1. DEMANDA DE CALEFACCIÓN ..... 55

2.2. DEMANDA DE REFRIGERACIÓN..... 56

2.3. CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA ..... 57

2.4. CONCLUSIONES DEL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ..... 58

**BLOQUE IV: MEDIDAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ..... 59**

1. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS ..... 60

1.1. CONCLUSIONES DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA ..... 60

1.2. ANÁLISIS DE MEDIDAS POR DEFECTO DEL PROGRAMA CE3X ..... 60

1.3. ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS Y SU VIABILIDAD ECONÓMICA ..... 64

1.4. NOTA ACLARATORIA SOBRE EL EFECTO DEL AISLAMIENTO EN LA DEMANDA DE REFRIGERACIÓN..... 68

2. EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE ..... 69

2.1. CONCLUSIONES DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA..... 69

2.2. ANÁLISIS DE MEDIDAS POR DEFECTO DEL PROGRAMA CE3X ..... 69

2.3. ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS DE MEJORA Y SU VIABILIDAD ECONÓMICA ..... 72

**BLOQUE V: REHABILITACIÓN ENERGÉTICA..... 77**

1. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS..... 78

1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS MEDIDAS ..... 78

1.2. MEMORIA DE CÁLCULO ..... 79

1.3. NUEVA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA..... 83

1.4. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS..... 85

1.5. CÁLCULO DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA MEJORA ..... 92

1.6. USO Y MANTENIMIENTO DE LOS NUEVOS ELEMENTOS ..... 93

1.7. PROPUESTAS ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA ..... 94

2. EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE ..... 96

2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS MEDIDAS ..... 96

2.2. MEMORIA DE CÁLCULO ..... 98

2.3. NUEVA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA..... 103

2.4. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS..... 109

2.5. CÁLCULO DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA MEJORA ..... 114

2.6. USO Y MANTENIMIENTO DE LOS NUEVOS ELEMENTOS..... 115

2.7. PROPUESTAS ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA ..... 116



CONCLUSIONES..... 119

RECOMENDACIONES ..... 120

AGRADECIMIENTOS ..... 121

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 122

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES CON FUENTES BIBLIOGRÁFICAS ..... 126

CONTENIDO DEL CD-ROM ..... 129

**ANEXOS.....122**

    ANEXO 1: INFORMES GENERADOS POR LA HERRAMIENTA CE3X.....130

    ANEXO 2: FORMULARIO DE LAS ENCUESTRAS REALIZADAS.....144

    ANEXO 3: TABLAS Y FIGURAS DE NORMATIVA UTILIZADA PARA CÁLCULOS.....146

    ANEXO 4: TABLAS DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....150

    ANEXO 5: PLANOS DE ARQUITECTURA DE LOS EDIFICIOS OBJETO.....162

## OBJETIVOS DEL TRABAJO

- ❖ Hacer una introducción a la eficiencia energética de edificios, tratando temas como el cambio climático, el consumo energético mundial, las energías renovables o la certificación energética tanto en España como en el resto del mundo.
- ❖ Hablar de la normativa más íntimamente relacionada con el trabajo, como el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico o el Real Decreto 235 del año 2013.
- ❖ Realizar una toma de datos enfocada al análisis de la eficiencia energética de los edificios objeto lo más completa posible, a través de la consulta a los organismos correspondiente de la UDC y de la visita a los edificios.
- ❖ Realizar un reportaje fotográfico propio de los edificios.
- ❖ Elaborar una descripción de las características energéticas de los edificios con tablas resumen de los datos más relevantes.
- ❖ Hacer una encuesta a los usuarios de los edificios para evaluar su confort dentro de los mismos y analizar los resultados.
- ❖ Desarrollar una ficha de recogida de datos que sirva para cualquier gran edificio terciario en la que se incluyan datos generales de los edificios, fotografías, datos de su envolvente térmica y de sus instalaciones.
- ❖ Elaborar una tabla clara y no muy extensa en la que se recojan las fuentes consultadas durante el proceso de toma de datos y el destino de dicha información.
- ❖ Realizar ensayos no destructivos a los edificios mediante un equipo de medición de transmitancias y analizar los resultados obtenidos.
- ❖ Someter a los dos edificios a una certificación energética mediante la herramienta CE3X y elaborar una memoria de cálculo de este procedimiento.
- ❖ Analizar los resultados de las certificaciones y comparar los de ambos edificios.
- ❖ Analizar los puntos energéticamente débiles de los edificios y proponer una serie de mejoras de los elementos de su envolvente térmica y equipos del edificio, basadas en el mercado actual de productos de construcción.
- ❖ Comparar las mejoras propuestas con la vieja certificación y analizar su viabilidad económica, para elegir el conjunto de mejoras más adecuado a cada uno de los edificios.
- ❖ Describir en profundidad el conjunto de medidas para mejorar la eficiencia energética de los edificios, realizando un presupuesto con sus correspondientes mediciones, comparando la nueva certificación con la del estado actual de los edificios y haciendo un estudio económico comparativo de ratios por metro cuadrado.
- ❖ Describir las conclusiones del trabajo y hacer una serie de recomendaciones.
- ❖ Elaborar unos anexos que incorporen los catálogos comerciales, planos y tablas de cálculo usados en el trabajo, así como informes generados por el programa CE3X.

# BLOQUE I: INTRODUCCIÓN Y NORMATIVA

1. CONTEXTO ACTUAL DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En los últimos tiempos se han apreciado notables cambios en el clima del planeta. Retroceso de los glaciares, los polos derritiéndose, mayor presencia de sequías, más huracanes y tormentas tropicales, aumento de las temperaturas... son algunos de los indicadores de este cambio climático. Los científicos comenzaron a darse cuenta de ello a principios del siglo XIX, pero ha sido en las últimas décadas cuando la comunidad científica se ha movilizado con el fin de revertir la situación. Si bien no está del todo demostrado y muchos lo atribuyen a cambios del planeta ajenos a la actividad humana, la mayoría coincide en que el causante de este cambio puede ser el hombre. El crecimiento exponencial de la población y la revolución industrial son las principales causas del aumento del dióxido de carbono en la atmósfera, gas que se asocia directamente con el calentamiento global.

En 1988 se creó el “Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático” (IPCC por sus siglas en inglés) por iniciativa de la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Sus informes sobre el cambio climático llevaron a los gobiernos a aprobar la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, en la apodada “Cumbre de la Tierra de Río” en 1992. Esta Convención tenía como objetivo reducir el cambio climático mediante el compromiso de los estados participantes de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases a la atmósfera. Mediante el Protocolo de Kioto adoptado el 3 de diciembre de 1997, los gobiernos detallaban lo expuesto en la Convención y se comprometían con ello. El Protocolo establece limitaciones de emisiones diferenciadas para cada país teniendo en cuenta su desarrollo económico. No entraría en vigor hasta el 16 de febrero de 2005.



Ilustración 1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1992

Actualmente son 192 los estados que lo han ratificado así como una organización regional de integración económica. En el período de compromiso 2008-2012 se ha conseguido la reducción de un 5% de las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a 1990. Es un buen primer paso pero todavía insuficiente. El mecanismo es mejorable

ya que las sanciones establecidas han tenido escaso efecto. Canadá, por ejemplo, ha registrado un incremento del 25% de las emisiones con respecto a 1990 cuando su objetivo era reducirlas en un 6%. Además, en el año 2001 se retiró del protocolo un país de alta relevancia como lo es Estados Unidos.

1.2. SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL

1.2.1. EN EL MUNDO

En 2010 en el mundo se consumieron 8.682 Mtep de energía final, un 32% más que en 1990. En este consumo destacan países como Estados Unidos o China, que son responsables del 17,3% y del 17,5% del consumo mundial respectivamente. Uno solo de ellos consume más energía que toda la Unión Europea junta (13,8%) o que el resto de Asia (12,3%). Esto se traduce en unas emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> que ascienden a 31.375 millones de toneladas, de las cuales China es responsable de un 23,5% y Estados Unidos del 17,6%. Por su parte, la UE es culpable del 12,6%, bastante por debajo de estos dos gigantes.

CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR REGIÓN EN 2010 [Mtep]				
PAÍS	AÑO 1990	AÑO 2010	PORCENTAJE	INCREMENTO
UNIÓN EUROPEA	1121	1194	13,75%	6,51%
CHINA	793	1522	17,53%	91,93%
EEUU	1378	1500	17,28%	8,85%
RESTO DE ASIA	652	1065	12,27%	63,34%
ÁFRICA	321	503	5,79%	56,70%
RUSIA	460	446	5,14%	-3,04%
MEDIO ESTE	194	398	4,58%	105,15%
RESTO DEL MUNDO	1633	2053	23,65%	25,72%
TODO EL MUNDO	6552	8681	100,00%	32,49%

Ilustración 2. Tabla de consumo de energía final por región

EMISIONES POR REGIÓN EN 2010 [Millones de toneladas de CO2]				
PAÍS	AÑO 1990	AÑO 2010	PORCENTAJE	INCREMENTO
UNIÓN EUROPEA	4045	3941	12,56%	-2,57%
CHINA	3046	7362	23,46%	141,69%
EEUU	5275	5516	17,58%	4,57%
RESTO DE ASIA	1797	3536	11,27%	96,77%
ÁFRICA	846	1648	5,25%	94,80%
RUSIA	1589	1605	5,12%	1,01%
MEDIO ESTE	635	967	3,08%	52,28%
RESTO DEL MUNDO	5318	6801	21,68%	27,89%
TODO EL MUNDO	22551	31376	100,00%	39,13%

Ilustración 3. Tabla de emisiones de dióxido de carbono por región

Esto hace que más del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero sean fruto de la actividad de solamente dos países. El problema es mayor viendo la situación de ambos. China aceptó asumir responsabilidades en el Protocolo de Kioto, pero sin establecer unos objetivos cuantitativos. Por su parte, como ya se ha dicho previamente, Estados Unidos ya ni tan siquiera forma parte del Protocolo.

Gran culpa de esta alta producción de CO<sub>2</sub> la tiene el modo de obtención de la energía. En 2010 el 40% de la energía procedía de combustibles sólidos y solamente el 19% de energías renovables. El gas es responsable del 22% de la energía, frente al 13% de la nuclear y el 5% del petróleo y sus derivados. El uso de energías “limpias” está todavía muy por debajo de lo que el planeta necesita.

1.2.2. SITUACIÓN ENERGÉTICA EN EUROPA

La Unión Europea consumió 1.194 Mtep de energía final en el año 2010. De ellos, el 33% corresponde al transporte, el 25% a las viviendas, el 26% a la industria y el 16% restante a otros sectores como el de los servicios, o la agricultura.

En ese mismo año, la Unión Europea emitió 3.941 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Su objetivo de reducción de emisiones en conjunto (Protocolo de Kioto) es de un 8% con respecto a 1990. Sin embargo esta reducción es distinta para cada estado miembro. Por ejemplo, España debía aumentar como máximo un 15% las emisiones con respecto a 1990. En 2007 España era el país más alejado del cumplimiento del Protocolo dentro de la Unión, ya que superaba las emisiones del año de referencia en un 52%.

Las fuentes de energía en la Unión Europea también se alejan de lo deseable medioambientalmente hablando. En el año 2011, el 35% de la energía consumida procedía del petróleo y sólo el 10% de energías renovables. Además destaca que esta energía es principalmente importada. Para ser exactos, el 54% de la energía consumida en la Unión Europea procede de fuentes importadas de otros países, destacando las importaciones de petróleo y gas natural desde Rusia.

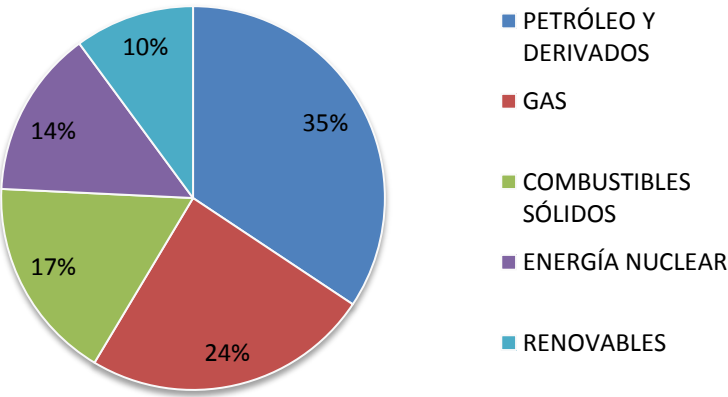


Ilustración 4. Gráfico de procedencia de la energía consumida en la Unión Europea en el año 2011

El objetivo de la Unión Europea para 2020 es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 20% tomando como referencia el año 2005.



### 1.2.3. SITUACIÓN ENERGÉTICA EN ESPAÑA

España está entre los países con más emisiones y consumo de energía eléctrica final. Para ser exactos, a principios de la década se situaba en el puesto 23 en emisiones de CO<sub>2</sub> y en el puesto 13 en consumo de energía eléctrica según datos de la web “datos.bancomundial.org”.

La energía final consumida en España en el año 2012 ascendía a 83,0 millones de toneladas equivalentes de petróleo, siendo además responsable del 8% de las emisiones de dióxido de carbono dentro de la Unión Europea. El 48% de esta energía procedía del petróleo y solo el 8% de fuentes de energía renovables. Como resultado, hasta el 76% de la energía consumida dependía del extranjero.

En nuestro país el 42% de la energía se destina al transporte, el 19% a los hogares y el 25% a la industria, quedándose en un importante 11% el sector servicios.

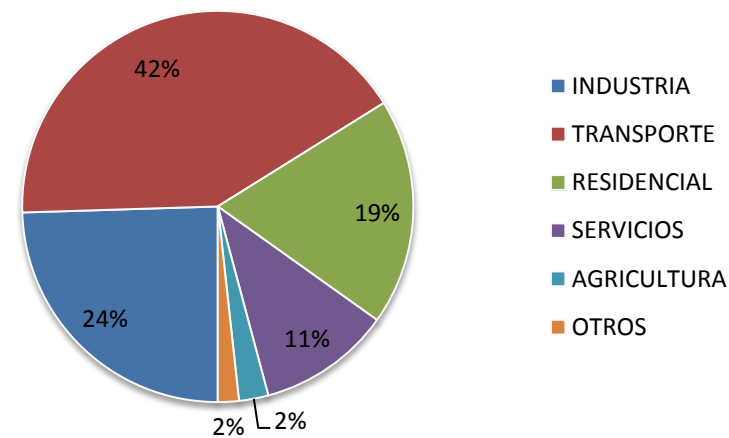


Ilustración 6. Gráfico de consumo energético español por sector en 2012

### 1.3. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética tiene como objetivo reducir el consumo de energía a través de mejoras en sus procesos de obtención, transformación, transporte y consumo. Motores de coches que consumen menos combustible, equipos de climatización con mejores rendimientos, edificios que demandan menos energía para mantener una situación interna de confort, maquinaria con menor consumo de electricidad, ciudades con consumo inteligente... todo ello abarca la eficiencia energética.

Unido al uso de energías renovables, es el principal camino para lograr reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Si bien más complejo es el análisis económico. Los estudios dicen que los agentes podrían recuperar las inversiones en eficiencia energética en tiempos muy razonables, pero una serie de barreras económicas están impidiendo que la eficiencia energética avance tal y como se esperaba. La existencia de información imperfecta, el problema del principal-agente (cuando el que tiene que invertir en eficiencia no es el que se va a beneficiar de ella), la dificultad para acceder al capital, la incertidumbre, los costes ocultos o los fallos de comportamiento son algunos de ellos. Incluso se habla de un efecto rebote en el que con el ahorro, el consumidor consume más energía.

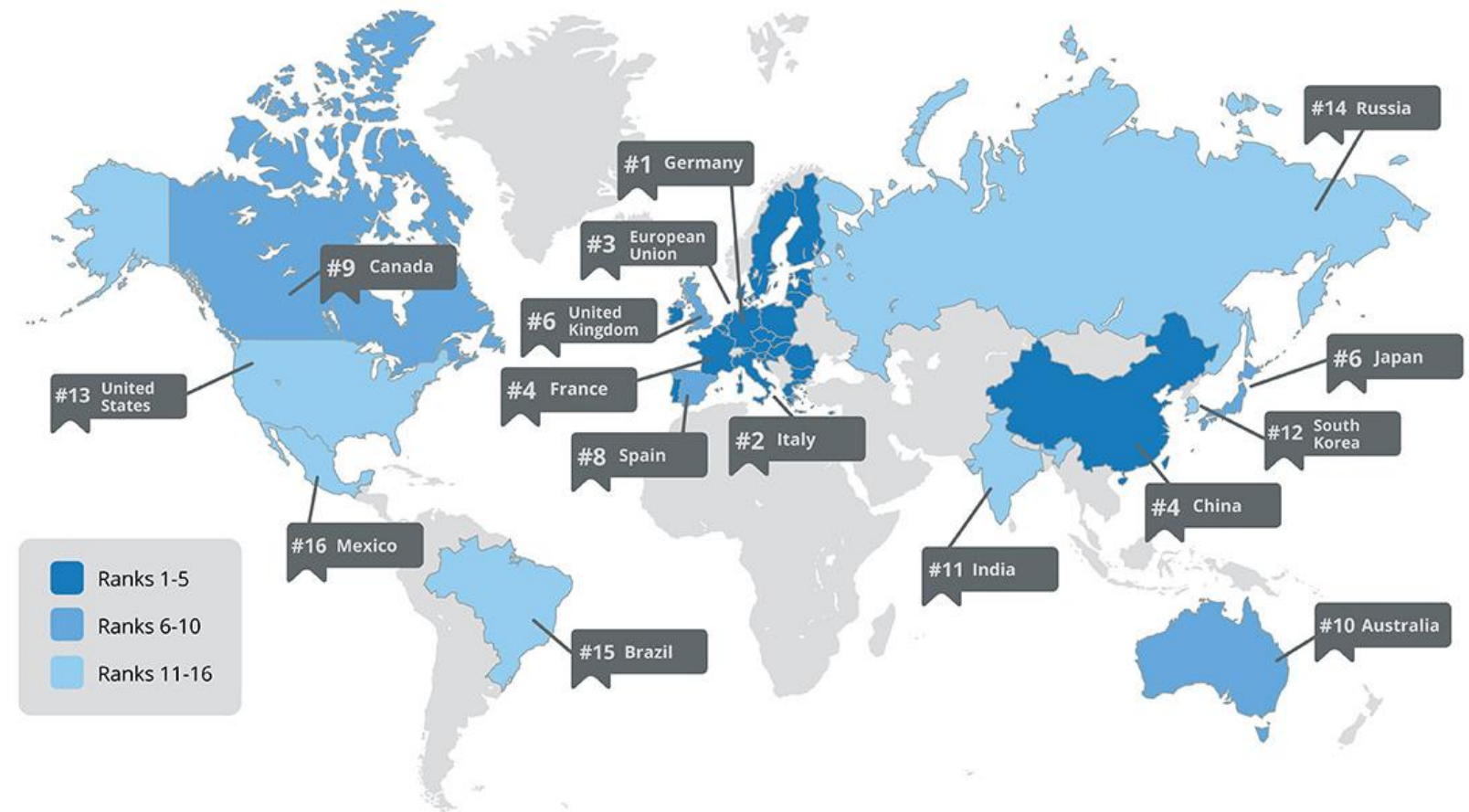


Ilustración 5. Mapa mundial con la clasificación en materia de eficiencia energética elaborada por la ACEEE

En julio de 2014, el “American Council for an Energy-Efficient Economy”<sup>1</sup> publicó su segunda calificación internacional de eficiencia energética, basada en datos de objetivos nacionales de ahorro de energía, economía y rendimiento de combustible de vehículos, estándares de eficiencia energética para aparatos, consumo de energía en relación al PIB y energía consumida en relación a la superficie construida de las construcciones residenciales.

Esta clasificación tiene como objetivo dar a conocer qué países están realizando una mejor labor en materia de eficiencia energética para que otros tomen ejemplo de esto y vean sus potenciales de mejora. En ella se analizan las dieciséis mayores economías del mundo. España, que no aparecía en la primera clasificación (2012), alcanza la octava posición. Alemania se sitúa primera en el ranking, como ya ocurría en la primera clasificación.

#### 1.3.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EUROPA: LA DIRECTIVA 2012/27/UE<sup>2</sup>

Esta Directiva de la Unión Europea establece los requisitos mínimos que deben de cumplir los Estados miembro para conseguir los objetivos

<sup>1</sup> ACEEE, siglas del inglés para el Consejo de los Estados Unidos para una economía de energía eficiente.

<sup>2</sup> Unión Europea. Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 14 de noviembre de 2012, L 315/1.

<sup>3</sup> Unión Europea. Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 27 de abril de 2006, L 114/64.

del Plan de Acción sobre la Eficiencia Energética 2011-2020. Se trata de una nueva aproximación al cumplimiento del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Nace en un contexto en el que los objetivos marcados por los planes nacionales para cumplir con la anterior Directiva 2006/32/CE<sup>3</sup> no se estaban logrando.

Los objetivos del Plan de Acción se centran en conseguir un ahorro del 20% en el consumo de energía primaria de la Unión para 2020, una reducción de las emisiones de carbono de un 20% y que un 20% de la energía consumida provenga de fuentes renovables (por ello recibe comúnmente el nombre de “Directiva 20-20-20”). Todo esto marcando además un camino a seguir para ulteriores mejoras de eficiencia energética más allá de ese año (el objetivo 2050 es reducir el consumo de energía primaria un 90% con respecto a 1990). Numéricamente hablando, el consumo de energía en la Unión en 2020 no ha de ser superior a 1.474 Mtep de energía primaria o 1.078 Mtep de energía final.

La Directiva exige a los países que forman parte de la Unión Europea que lleven a cabo medidas para alcanzar estas metas, siendo la construcción, la industria y el transporte, centro de todas las miradas. Estas medidas pueden tratarse de tributos sobre la energía o sobre las

emisiones de CO<sub>2</sub>, formación e información a los usuarios, así como instrumentos financieros e incentivos fiscales.

Una de las principales estrategias que se establece es la renovación del parque existente de edificios. El potencial de mejora de éstos es enorme. La Administración deberá dar ejemplo, asegurándose de que el 3% de la superficie total de sus edificios acondicionados térmicamente se renueve cada año.

Entre otros paquetes de medidas destacan:

- ❖ Las grandes empresas deben someterse a auditorías energéticas como mínimo cada 4 años y la Administración de los Estados miembro incentivará a realizar estas auditorías también en las PYMES.
- ❖ Los Estados miembro velarán por la instalación de contadores individuales de consumo eléctrico, de gas y de calefacción, siempre y cuando sea técnica y económicamente viable.
- ❖ Los Estados miembro deben aprovechar el potencial de la cogeneración<sup>4</sup> de alta eficiencia y de sistemas urbanos de calefacción y refrigeración, impulsando su implantación siempre que sea posible.

Por supuesto, la puesta en marcha y buen funcionamiento de estas medidas será revisada por la Unión Europea periódicamente para asegurarse de que se alcanzan los fines de esta normativa.

## 1.4. LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Muy relacionadas con la eficiencia energética están las energías renovables (véase la importancia que tienen en el Plan de Acción sobre la Eficiencia Energética 2011-2020). Las energías renovables son una fuente inagotable y limpia. Permiten obtener energía en el entorno mismo y por tanto reducir la dependencia de energía importada desde otros países. Esto es más importante si cabe en un contexto actual en el que los precios de la energía procedente del exterior no dejan de subir. Además, y no menos importante, las emisiones de CO<sub>2</sub> de las energías renovables son nulas o casi nulas, o en último caso, se pueden considerar neutras analizando todo su ciclo de vida (caso de la biomasa). La biomasa, la energía solar térmica y fotovoltaica, la eólica o la geotermia son algunas de las energías renovables más utilizadas.

Por ello uno de los tres grandes objetivos de la Directiva 2012/27/UE se centra en el uso de energía procedente de fuentes renovables. La parte de esta Directiva correspondiente a energías renovables se transcribió en España con el Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020<sup>5</sup>. En España el consumo de energía primaria procedente de fuentes renovables se limita al 11,3% (datos del IDAE del año 2011), siendo el petróleo la fuente de energía más usada, seguida de gas natural. España no posee yacimientos de petróleo ni de gas natural, por lo que necesita importar este tipo de combustibles desde otros países, con su correspondiente impacto en el PIB. En cambio, lo que si posee son

características climáticas adecuadas para aprovechar las fuentes de energía inagotables como el sol o el viento.

Poco a poco se está logrando revertir la situación. Prueba de ello es que en el primer semestre de 2014 las renovables superaron más del 50% de la cobertura de la demanda eléctrica (mejor dato histórico), con un gran 23,2% para la energía eólica. La Asociación Empresarial Eólica hablaba de los beneficios que esto conlleva con “unos precios de la electricidad más bajos”, “un ahorro de 1.440 millones de euros en importación de combustibles fósiles” y “evitando la emisión de 10,6 millones de toneladas de dióxido de carbono”.

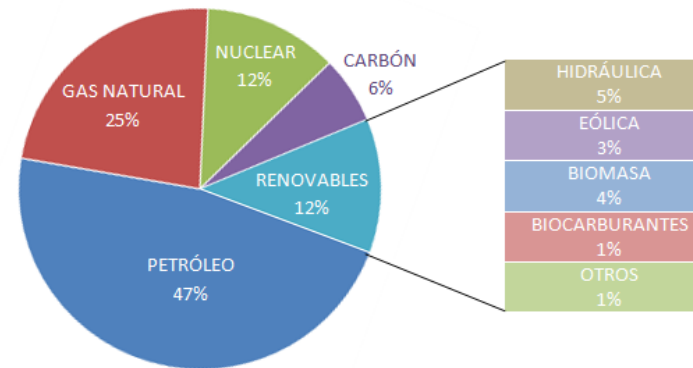


Ilustración 7. Contribución renovable a la energía primaria en España en el año 2010

## 1.5. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS

Los edificios (no solamente residenciales) son responsables de en torno al 40% de la energía consumida dentro de la Unión Europea. Por consiguiente, son también una de las mayores fuentes de emisiones de carbono. Como resultado, un altísimo porcentaje de las políticas de reducción del consumo de energía se centran en el parque edificatorio.

La eficiencia energética en los edificios debe formar parte de todo su ciclo de vida, desde que se crea hasta que es demolido. Pero es en su uso cuando más peso va a tener que el edificio sea eficiente o no. Las técnicas para conseguirlo deben ir desde la selección de elementos constructivos adecuados al clima local hasta la instalación de equipos de climatización o de iluminación que funcionen con rendimientos óptimos.

### 1.5.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EN EUROPA: LA DIRECTIVA 2010/31/UE<sup>6</sup>

Con el propósito de regular la eficiencia energética de edificios nació la Directiva 2002/91/CE<sup>7</sup>. Las modificaciones que necesitaba han hecho necesario proceder a su refundición, por lo que desde el 1 de febrero de

2012 la antigua Directiva quedó derogada dando paso a la Directiva 2010/31/UE.

Esta Directiva continúa con los objetivos de su predecesora, estableciendo medidas y requisitos mínimos que deberán transponer los Estados miembro en sus respectivas legislaciones para seguir “remando” hacia la reducción del consumo energético y de gases de efecto invernadero en el sector edificios. En síntesis, pretende establecer un marco normativo para cumplir con los objetivos del antes mencionado “Plan 20-20-20” en el ámbito de la edificación.

Los puntos principales de esta Directiva se pueden resumir en lo siguiente:

- ❖ Los Estados miembro deben establecer unas exigencias mínimas de eficiencia energética en los edificios nuevos, así como en los edificios existentes que sean sometidos a reformas importantes del edificio en general, de su envolvente o de sus instalaciones (siempre y cuando sean viables técnica y económicamente). Pueden quedar eximidas de ello categorías especiales de edificios, como pueden ser lugares de culto o edificios de valor arquitectónico o histórico, así como construcciones provisionales.
- ❖ La Administración debe promover en los proyectos de edificación la posibilidad de incorporar instalaciones alternativas de alta eficiencia (bomba de calor, cogeneración, calefacción o refrigeración urbana o central, etc.), velando también por la instalación de sistemas de medición y control inteligentes que ayuden al ahorro energético mediante la información. Adicionalmente, los Estados miembro tienen que tomar medidas para que se realicen inspecciones periódicas de las instalaciones con una potencia nominal útil de 20 kW en caso de calderas y de 12kW en lo que respecta a las de aire acondicionado.
- ❖ Está muy presente además el concepto de “edificios de consumo de energía casi nulo”<sup>8</sup>. Establece unos criterios mínimos que deberán tenerse en cuenta para establecer si un edificio tiene la eficiencia energética necesaria para englobarlo dentro de esta tipología. A más tardar el 31 de diciembre de 2020 todos los edificios nuevos serán edificios de consumo de energía casi nulo, y en el caso de edificios públicos, a partir del 31 de diciembre de 2018.
- ❖ Aunque después se profundizará más en ello, en esta Directiva se trata también la implantación de un sistema de certificación energética de los edificios en los Estados miembro, que deben incluir indicadores de la eficiencia energética de un edificio y valores de referencia para que los propietarios y arrendatarios puedan evaluar su eficiencia. Estos certificados serán obligatorios, una vez se instaure la normativa correspondiente, cuando se construyan, vendan o alquilen edificios o unidades de ellos, entregándose una copia al comprador o arrendatario. Los edificios públicos deberán servir como ejemplo, exponiendo en una zona visible dicho certificado cuando la superficie útil de los mismos sea superior a 500 metros cuadrados o de 250 a partir del 9 de julio de 2015.

<sup>4</sup> La cogeneración es la producción combinada de calor y de electricidad.

<sup>5</sup> España. Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020, aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de 11 de noviembre de 2011, estableciendo objetivos acordes con la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, y atendiendo a los mandatos del Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial y de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible. IDAE, 11 de noviembre de 2011.

<sup>6</sup> Unión Europea. Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de edificios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 18 de junio de 2010, L 153/13.

<sup>7</sup> Unión Europea. Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 4 de enero de 2003, L 1/65.

<sup>8</sup> Del inglés “nearly zero energy buildings”. La Directiva lo define literalmente como “edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno”.



- ❖ Por último, la Directiva establece que los Estados miembro deberán velar porque los expedidores de los certificados energéticos y los inspectores de las instalaciones sean expertos independientes cualificados o acreditados. Los países de la UE dispondrán también de organismos de control independientes que velen porque estos procedimientos se estén realizando correctamente y dentro de la ley.

### 1.5.2. CONTEXTO ACTUAL EN ESPAÑA

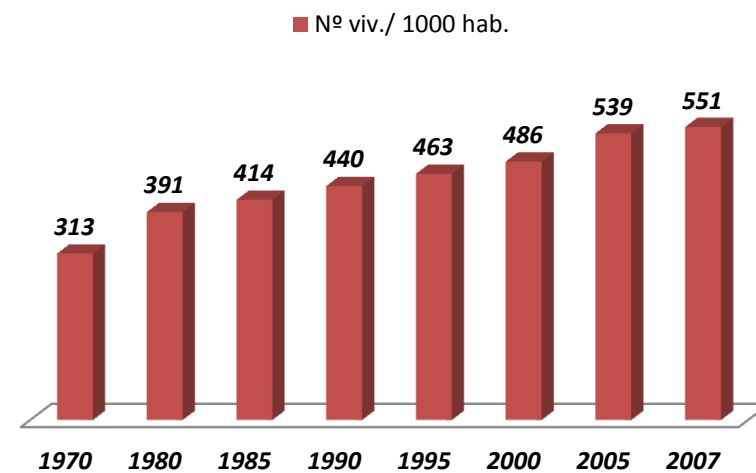


Ilustración 8. Evolución del stock de viviendas en España

Sólo el sector residencial supone el 17% del consumo final total del país, y cada hogar expulsa a la atmósfera en torno a una tonelada de gases de efecto invernadero. Además la dependencia energética del exterior es altísima (se habla de un porcentaje aproximado al 80%) y muy superior a la media europea (54%), lo que se hace todavía más alarmante en un escenario en el que los precios de la energía van a más<sup>9</sup>.

El “boom” inmobiliario que sufrió España antes de la recesión económica ha hecho crecer exponencialmente el número de viviendas existentes (un incremento superior al 75% con respecto a 1975). A esto hay que sumarle el incremento de instalaciones de equipos domésticos (aire acondicionado sobre todo) así como la aparición de nuevos electrodomésticos que ahora todo el mundo tiene en su casa (como ordenadores y televisiones).

Para bien o para mal, la ausencia de normativas exigentes en materia de eficiencia energética en todos estos años de construcción previos hace que el potencial de mejora de dichos edificios sea enorme. Esto se debe, en cierto modo, a que el CTE<sup>10</sup> aparece un año antes del desplome económico y de la llamada “burbuja inmobiliaria”. Además,

<sup>9</sup> DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA VIVIENDA Y SUELO. Documento divulgativo del DB-HE 2013, 2013. Ministerio de Fomento. Recurso electrónico en línea: <[http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentosadicionales/complementarios/texto\\_0002.html](http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentosadicionales/complementarios/texto_0002.html)> [Consulta: 24 enero 2014].

<sup>10</sup> España. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, que establece las exigencias básicas que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecido en la Ley de Ordenación de la Edificación. *Boletín Oficial del Estado*, 28 de marzo de 2006, nº 74, p. 11816-11831.

hay que sumarle el avance tecnológico en los materiales de construcción y en las instalaciones, sistemas mucho más eficientes que los que se venían usando y que brindan a las viviendas una gran capacidad de ahorro energético.

Para analizar este potencial en España (entre otros objetivos), el Institut Cerdà realizó entre 2005 y 2008 el Proyecto RehEnergía<sup>11</sup>. En la primera fase realizaron 1.740 simulaciones energéticas de edificios de viviendas (36 edificios tipo, en las 12 zonas climáticas y para las 4 orientaciones). Una vez analizadas la demanda y consumo de energía, así como sus emisiones de CO<sub>2</sub>, se les aplicó una relación de 14 medidas de rehabilitación energética, obteniendo datos del ahorro de energía, emisiones y relación coste/ahorro (lo que rondó las 35.000 simulaciones). Los resultados obtenidos se resumen en la Ilustración 9.

En resumen, según este estudio la aplicación de medidas de rehabilitación energética en viviendas puede suponer ahorros entre el 5 y el 20% en el consumo de energía, disminuciones entre el 10 y el 30% en las emisiones de dióxido de carbono y ahorros anuales en la factura de energía de entre 500 y 2000 € por vivienda.

Las medidas estudiadas van desde medidas pasivas, como aprovechar el soleamiento o aislar térmicamente las fachadas, hasta medidas activas, como sustituir los equipos convencionales de climatización por nuevos y mejorados equipos de alta eficiencia energética.

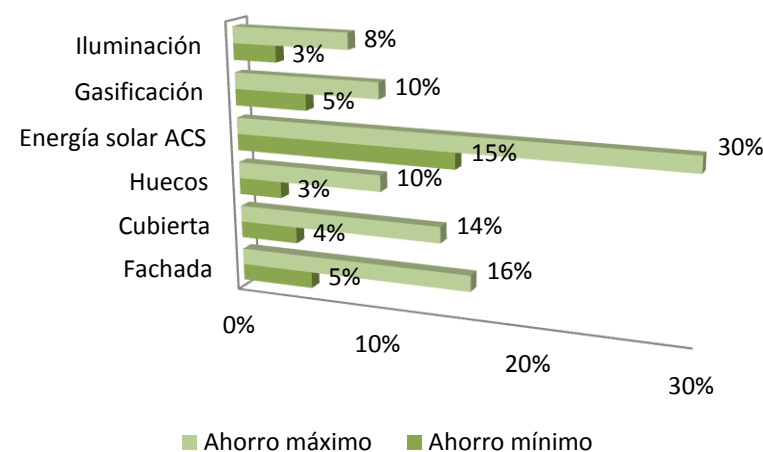


Ilustración 9. Resultados del Proyecto RehEnergía en porcentaje de ahorro del consumo total

### 1.5.3. LA MODIFICACIÓN DEL DOCUMENTO BÁSICO DE AHORRO DE ENERGÍA DEL CTE

El 13 de septiembre de 2013 entraba en vigor la modificación del Documento Básico del CTE relativo al Ahorro de Energía<sup>12</sup> (de ahora en adelante DB HE). Esta actualización del CTE pretende abrir camino hacia el objetivo de los edificios de consumo de energía casi nulo para

<sup>11</sup> INSTITUTO CERDÀ. Proyecto RehEnergía: Rehabilitación energética de edificios de viviendas. Ministerio de vivienda. Jornada de Rehabilitación energética, Madrid, 21 de mayo de 2008.

<sup>12</sup> España. Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. *Boletín Oficial del Estado*, 12 de septiembre de 2013, nº 219, p.87137-87209.

2020, y transponer en parte de la Directiva 2010/31/UE previamente descrita.

Esta normativa no es en sí una modificación de la anterior normativa, sino que es un texto nuevo. Esta refundición del documento básico pretende crear un modelo más prestacional, usando unos indicadores globales que permitan a los constructores usar la innovación tecnológica, técnicas de diseño bioclimático y otros elementos no convencionales para conseguir los objetivos. Es una norma más transparente, con una lectura más clara y mayor facilidad de uso, reestructurando apartados y anexos y reduciendo el número de páginas (traslada conceptos a documentos de apoyo independientes).

En resumen, pretende una mayor implicación de los proyectistas y llegar con más facilidad a los usuarios, para que se vayan familiarizando con los conceptos de eficiencia y certificaciones energéticas. Algunos de las novedades más destacables se resumen en lo siguiente:

- ❖ Incluye un nuevo apartado, el “HE 0: Limitación del consumo energético”. Introduce la exigencia de un consumo de energía primaria no renovable máximo en los edificios nuevos y ampliaciones. Tiene un carácter global y se complementa con el resto de exigencias, habiendo de combinarlo con el “HE 1: Limitación de la demanda energética” para una sintonía entre demanda y consumo (el primer paso para un consumo bajo es demandar poca energía por medio de medidas pasivas).
- ❖ Separa las exigencias de consumo y demanda energética de edificios de residencia privados de los edificios de otros usos y de edificios existentes.
- ❖ Establece unas exigencias de demanda energética más estrictas con vistas a ir aumentándolas progresivamente en posteriores actualizaciones de la norma para alcanzar el objetivo de edificios de consumo de energía casi nulo.
- ❖ Da un nuevo tratamiento a las intervenciones en edificios existentes, incluyendo exigencias particulares para las intervenciones. Mantiene la obligación de cumplimiento de la demanda energética para todo el edificio en rehabilitaciones del 25% o más de la superficie de la envolvente y establece criterios para los casos en los que se trata de una superficie menor, dividiendo el ámbito de aplicación entre reformas, ampliaciones y cambios de uso.
- ❖ Redefine las zonas climáticas (destaca la aparición de la zona α en Canarias) y asigna nuevos parámetros para reajustar la asignación a algunas localidades del país que no se correspondían con la realidad.
- ❖ En una búsqueda de que las viviendas consideradas individualmente (en caso de bloques) no se penalicen unas a otras se incluye la limitación de descompensaciones térmicas en el interior de los edificios. Trata pues de eliminar situaciones de separación de viviendas con espacios comunes o locales comerciales y con otras viviendas en las que un elemento se perjudicaba en beneficio del otro.
- ❖ Define perfiles ocupacionales de temperaturas y aportaciones interiores para introducirlos en herramientas de simulación energética.
- ❖ Incluye apéndices de apoyo para ayudar al diseño previo.
- ❖ Se establecen unos valores VEEI más exigentes en el “HE 3: Eficiencia de las instalaciones de iluminación” y se incluyen requisitos relativos a potencia máxima instalada en el edificio.
- ❖ En cuanto a las energías renovables integradas en el edificio, permite sustituir de forma total o parcial la energía solar térmica

o fotovoltaica usando otras fuentes de energía renovable o residual.

- ❖ Cabe destacar que la sección “HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas”, que hace referencia al RITE, también ha sufrido modificaciones en 2013 con el Real Decreto 238/2013<sup>13</sup>. Estas modificaciones pretenden actualizar el RITE para cumplir con lo establecido en la Directiva 2010/31/UE (anteriormente resumido).

Si bien las mejoras son muchas con respecto a su predecesora, todavía quedan algunos asuntos mejorables en esta norma:

- ❖ La limitación de la demanda energética se basa en un valor absoluto, de manera que todos los edificios del mismo uso tienen que conseguir el mismo nivel de demanda independientemente de su forma, orientación, porcentaje de huecos, etc.
- ❖ La modulación de la demanda en función de la superficie del edificio hace que en edificios pequeños se permita una demanda energética mucho mayor en relación a los grandes.
- ❖ No hay valores mínimos de elementos constructivos en caso de edificio de uso distinto al residencial privado, pudiendo ocasionar puntos débiles en una edificación cumpliendo con la demanda.
- ❖ El perfil de temperaturas en régimen de verano para edificios residenciales en las horas centrales del día no ofrece datos, subestimando así la demanda de refrigeración.

Josep Solé hace en un artículo una aproximación de los espesores de aislamiento a los que conduce la actualización de la norma y los compara con los de 2006<sup>14</sup>. Obviamente esto dependerá de muchos factores. Sólo es un cálculo orientativo para saber en qué números “gordos” se mueve la norma. Para el cálculo utiliza la conductividad del poliestireno extruido. El incremento de los espesores es notable, una relación que casi llega a ser doble.

Zona climática	Cubiertas		Fachadas		Suelos	
	2006	2013	2006	2013	2006	2013
<b>α</b>	6	6	2	2	5	5
<b>A</b>	6	6	2	6	5	6
<b>B</b>	6	9	3	8	5	7
<b>C</b>	7	14	3	11	5	9
<b>D</b>	8	15	4	12	5	10
<b>E</b>	9	17	5	13	6	11

**Ilustración 10. Comparación de los espesores exigidos por el CTE con el nuevo Documento Básico según Josep Solé**

Concluyendo, la actualización del DB HE ha sido un pequeño paso de España hacia la eficiencia energética y los objetivos de 2020. Deja ver

<sup>13</sup> España. Corrección de errores del Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. *Boletín Oficial del Estado*, 5 de septiembre de 2013, nº 213, p.64269-64269.

<sup>14</sup> JOSEP SOLÉ. *El Documento Básico HE Ahorro de Energía HE 1 Limitación de la demanda energética: Una lectura crítica comparada*, 2014. AIPEX.

Recurso electrónico en línea:

<<http://www.aipe.es/descargas.php?s=7&id=215>> [Consulta: 27 de enero de 2014].

que la mejora de la eficiencia energética pasa en primer lugar por el aislamiento. Todo hace indicar que en pocos años esta norma se actualizará de nuevo para seguir endureciendo las exigencias y conseguir así el objetivo de los edificios de consumo de energía casi nulo.

### 1.5.4. RESUMEN DEL DOCUMENTO BÁSICO DE AHORRO DE ENERGÍA

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley de Ordenación de la Edificación<sup>15</sup>. Las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios se refieren a materias de seguridad y habitabilidad: seguridad estructural, seguridad contra incendios, seguridad de utilización, salubridad, protección frente al ruido y ahorro de energía. Se divide en Documentos Básicos.

El Documento Básico de Ahorro de Energía, actualizado en el año 2013, se divide en 6 capítulos.

#### HE0. LIMITACIÓN DEL CONSUMO

En este apartado se limita el consumo energético del edificio sumando la calefacción, la refrigeración y el agua caliente sanitaria, y en función de su localidad, región climática y del uso previsto.

Es de aplicación para edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes y divide las exigencias en dos grupos: edificios de uso residencial privado y edificios de otros usos. Para el primer caso, el consumo energético no renovable del edificio (o la parte ampliada) será menor al ratio obtenido de una fórmula. En el segundo, la calificación energética obtenida en el apartado “consumo energético de energía primaria” para el edificio o parte ampliada debe ser por lo menos una letra “B”.

#### HE1. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Establece limitaciones para nuevos edificios de uso residencial privado, nuevos edificios de otros usos, y reformas de edificios existentes.

Los nuevos edificios de uso residencial privado deben cumplir con un valor máximo de demanda de calefacción por metro cuadrado, calculado en función de su zona climática y superficie, y con un valor máximo de demanda de refrigeración por metro cuadrado en función de la zona climática.

Para edificios de otros usos se considera un edificio de referencia que se obtiene a partir de un edificio de referencia con características similares en forma, tamaño, orientación... El edificio objeto debe superar en un tanto por ciento (que establece una tabla) la demanda energética del edificio de referencia.

En cuanto a los edificios reformados, las reformas se dividen en edificios que reformen más del 25% de la superficie total de la envolvente y los que modifiquen un valor de la superficie inferior. La demanda energética para el primer caso será menor o igual a la de un

<sup>15</sup> España. Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de la Ordenación de la Edificación. *Boletín Oficial del estado*, 6 de noviembre de 1999, nº 266, p. 38925-38934.

edificio de referencia. Por su parte, para los edificios dentro del segundo caso deben cumplirse unos valores mínimos en los elementos de la envolvente rehabilitados.

#### HE2. RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS (RITE)

Este capítulo del Documento Básico hace referencia al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). El RITE tiene por objeto establecer las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, es decir, instalaciones de climatización, refrigeración, ventilación y de producción de agua caliente sanitaria.

Es de aplicación en los edificios de nueva construcción y en las instalaciones térmicas que se reformen en los edificios existentes, así como en lo relativo al mantenimiento, uso e inspección de todas las instalaciones térmicas.

Establece, además de disposiciones de otros tipos (administrativo, jurídico, ejecución...), unos requisitos mínimos para las instalaciones de bienestar e higiene (calidad térmica interior, calidad del aire interior, higiene, calidad acústica), eficiencia energética (rendimiento energético, distribución de calor y frío, regulación de control, contabilización de consumos, recuperación de energía y utilización de recursos renovables) y de seguridad. Estas exigencias vienen recogidas en las llamadas Instrucciones Técnicas. Son exigencias de cálculo y dimensionado, montaje, mantenimiento y uso, e inspección.

#### HE3. EFICIENCIA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

Debe aplicarse en los edificios de nueva construcción, así como en edificios reformados mayores a 1.000 m<sup>2</sup> en los que se lleve a cabo una reforma mayor al 25% de la superficie iluminada, y en otros casos como cambios de uso del edificio, renovación de instalaciones, o cambios de actividad en zonas del edificio.

Establece la exigencia de un valor de eficiencia energética de la instalación mínimo (VEEI) que se calcula en potencia por unidad de superficie y por cada 100 unidades de iluminancia media horizontal mantenida. También limita el ratio de potencia de iluminación instalado por unidad de superficie según el uso del edificio. Por último, establece requisitos mínimos en sistemas de control de la iluminación y criterios de mantenimiento y conservación.

#### HE4. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Es de aplicación en edificios de nueva construcción, en la climatización de piscinas cubiertas, y en diversas situaciones de rehabilitación integral o ampliaciones de edificios existentes.

Establece una contribución mínima al agua caliente sanitaria, del edificio o de la piscina, que tenga procedencia de energía solar térmica, en función de la zona climática y la demanda de ACS. En ampliaciones e intervenciones, esta exigencia sólo afecta a la parte ampliada o intervenida. Además, regula las características de los captadores solares instalados en el edificio, así como su mantenimiento y pérdidas por sombras y orientación.



## HE5. CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Se aplica en nuevos edificios y reformas integrales, y en algunos ámbitos de aplicación, en cambios de uso, intervenciones y ampliaciones, cuando superen los 5.000 m<sup>2</sup> de superficie construida.

Se establece una contribución mínima de energía eléctrica obtenida por sistemas de captación de energía solar fotovoltaica, expresada en potencia instalada y calculada en función de la zona climática y la superficie, y limitando las pérdidas por orientación y sombras. Además, se regulan las características de los equipos instalados y su mantenimiento.

### 1.5.5. RATIOS DE CONSUMO

A la hora de mejorar la eficiencia energética de un edificio es muy importante conocer cuáles son las partes del inmueble que más incidencia tienen en el consumo energético. Así es más sencillo saber qué aspectos van a tener mayor repercusión en la eficiencia energética si son mejorados.

Estos ratios varían según el tipo de edificio, no siendo iguales los consumos relativos en un edificio destinado a vivienda que en uno del sector terciario.

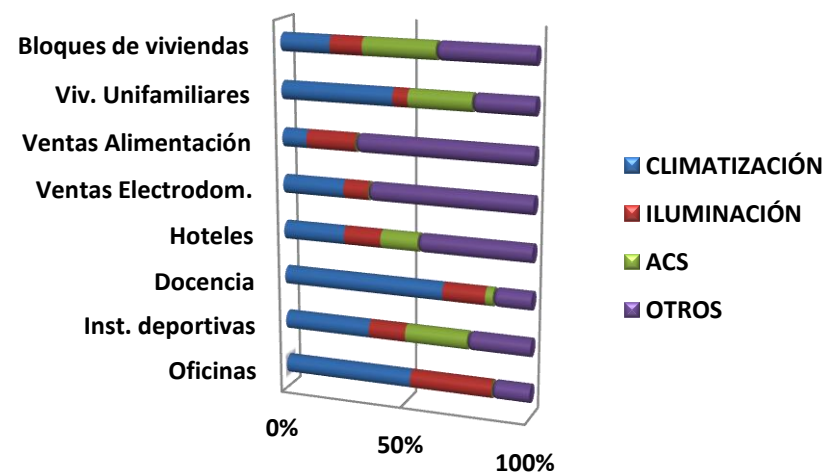


Ilustración 11. Ratios de consumo de energía en edificios tipo

### 1.5.6. REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

Como se ha podido ver en capítulos previos, el margen de mejora en materia de eficiencia energética de los edificios existentes es realmente grande. La rehabilitación energética consiste precisamente en aprovechar ese margen implementando mejoras. Conviene por lo tanto hacer un pequeño repaso a los sistemas más comúnmente utilizados para las rehabilitaciones energéticas:

- ❖ Rehabilitación de fachadas con aislamiento térmico por el exterior. Es una opción muy interesante y muy usada. Consiste en recubrir la fachada con un aislamiento y, si es preciso, un acabado exterior que lo proteja, mejorando la transmitancia del muro y anulando puentes térmicos. Se usan diversos materiales

como pueden ser el poliestireno expandido o extruido, el poliuretano o la lana mineral.

- ❖ Rehabilitación de fachadas con aislamiento térmico por el interior. Similar al anterior, pero con el problema de que no soluciona puentes térmicos de la estructura.
- ❖ Rehabilitación de cubiertas con aislamiento. Dependiendo del tipo de cubierta son muchas las técnicas para mejorar su transmitancia.
- ❖ Impermeabilización de cubiertas. Que al edificio le entre humedad a través de su cubierta es un problema muy común. Solucionarlo supone una mejora del confort térmico así como de problemas no relacionados con la eficiencia energética.
- ❖ Rehabilitación térmica de huecos: vidrios y marcos. Los huecos son puntos críticos en las fachadas. Son un claro puente térmico por el que fluye el calor si la diferencia de transmitancia es muy grande con respecto a la fachada. Además, en tiempo cálido la radiación solar que entra por el acristalamiento se convierte en la principal razón de sobrecalentamiento del edificio. Mejorar su transmitancia y factor solar según la zona del inmueble puede ser crucial para una buena eficiencia energética.
- ❖ Láminas de ventana y otras sombras. Como ya se ha dicho antes, la radiación solar que incide en los huecos de los edificios es un punto clave en verano para mejorar la temperatura interior. Un buen sistema es colocar elementos que den sombra a estos huecos e impedir así un efecto invernadero en las viviendas.
- ❖ Incorporación de novedosas técnicas de mejora de la eficiencia energética como pueden ser los muros trombe o los invernaderos.
- ❖ Tecnologías de climatización de alta eficiencia. En gran parte de los edificios las instalaciones de calefacción y/o aire acondicionado están muy anticuadas o desgastadas por el paso de los años. La incorporación de novedosos sistemas de alta eficiencia (como puede ser una bomba de calor) es un gran aliado en la consecución de ahorro energético.
- ❖ Instalaciones de iluminación eficientes. La incorporación de nuevos sistemas de iluminación como los LEDs o sistemas de regulación puede suponer un importante ahorro en edificios en los que la iluminación tiene una alta incidencia en el consumo, como por ejemplo oficinas o centros comerciales.
- ❖ Sustitución de sistemas de ventilación y bombas por otros más eficientes.
- ❖ Incorporación de energías renovables: solar térmica, solar fotovoltaica, mini-eólica, biomasa, geotermia. La integración de energías renovables ha avanzado mucho en los últimos años y ofrece la posibilidad de que un edificio pueda ser autosuficiente, produciendo la energía en el lugar de consumo, con el consiguiente ahorro en transporte de energía y, cómo no, un mayor respeto por el medio ambiente.

Con motivo de las Directivas europeas y de la necesidad actual en España están apareciendo toda clase de normativas en lo que respecta a eficiencia energética de edificios. Además de las actualizaciones del DB HE y del RITE y de la nueva normativa de certificación energética de edificios (de la que se hablará más adelante) cabe destacar el Programa de Ayudas para la Rehabilitación Energética de Edificios existentes del sector Residencial (uso vivienda y hotelero) o

“PAREER”<sup>16</sup>. Se trata de un programa para promover actuaciones integrales que favorezcan la mejora de la eficiencia energética y el uso de energías renovables en los edificios existentes con una financiación de 125 millones de euros para ayudas hasta el 30 de octubre de 2015. Las actuaciones deberán mejorar al menos en una letra la calificación energética del edificio y se deben englobar en una de las siguientes cuatro modalidades:

1. Mejora de la eficiencia energética de la envolvente térmica.
2. Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas y de iluminación.
3. Sustitución de energía convencional por biomasa en las instalaciones térmicas.
4. Sustitución de energía convencional por energía geotérmica en las instalaciones térmicas.

## 1.6. LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

En medio de las medidas y normativas en búsqueda de un avance en la eficiencia energética en los edificios nace la certificación energética. Se trata de un procedimiento que sirve para establecer una metodología de evaluación de la eficiencia energética de edificios (existentes o de nueva construcción), generalmente con una herramienta informática, estableciendo así un marco de referencia común.

Sirve no solamente para que la Administración evalúe el estado del parque de edificios o como herramienta para el cumplimiento de exigencias energéticas y de emisiones, sino también para que los propios propietarios sepan lo que tienen y cojan conciencia de las posibilidades de ahorro que una rehabilitación energética les brinda.

### 1.6.1. REAL DECRETO 235/2013<sup>17</sup>

Este Real Decreto es el encargado de regular el procedimiento de certificación energética de edificios en España desde su entrada en vigor el 5 de abril de 2013. Transpone parcialmente la Directiva 2010/31/UE, en lo relativo a la certificación energética. Con ello deroga a la normativa que estaba presente en el momento de su publicación, el Real Decreto 47/2007<sup>18</sup>, que regulaba las certificaciones basándose en la anterior Directiva europea 2002/91/CE, ya derogada.

El Procedimiento tiene como objetivo establecer las condiciones técnicas y administrativas para realizar los certificados de eficiencia energética así como establecer la metodología de cálculo, aprobando la etiqueta de eficiencia energética como distintivo común en toda España.

<sup>16</sup> España. Resolución de 25 de septiembre de 2013, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se publica la de 25 de junio de 2013, del Consejo de Administración del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, por la que se establecen las bases reguladoras y convocatoria del programa de ayudas para la rehabilitación energética de edificios existentes del sector residencial (uso vivienda y hotelero). *Boletín Oficial del Estado*, 1 de octubre de 2013, nº 235, p. 79433-79470.

<sup>17</sup> España. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. *Boletín Oficial del Estado*, 13 de abril de 2013, nº 89, p. 27548-27562.

<sup>18</sup> España. Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, mediante el que se aprobó un Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. *Boletín Oficial del Estado*, 31 de enero de 2007, nº 27, p. 4499-4507.

La finalidad es promocionar la eficiencia energética y permitir a los compradores y usuarios valorar y comparar las prestaciones de los edificios.

La certificación energética es obligatoria en edificios de nueva construcción, edificios existentes o partes de éstos que se vendan o alquilen (entregándose una copia al comprador o arrendatario) y edificios públicos o partes de ellos en los que una autoridad pública ocupa una superficie útil superior a 250 m<sup>2</sup> y sean frecuentados por el público. Quedan excluidos del Procedimiento lugares de culto, construcciones provisionales (plazo inferior a 2 años), patrimonio arquitectónico o histórico, edificios industriales, edificios que se compren para reformas importantes o demolición y edificios cuyo uso sea inferior a cuatro meses al año o con un consumo previsto inferior al 25% del que sería normal durante el año.

Los documentos reconocidos para la calificación energética están inscritos en el Registro general (consultable en la web del Ministerio de Industria, Energía y Turismo) y están reconocidos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y el Ministerio de Fomento. El contenido del certificado consiste, como mínimo, en:

1. Identificación del edificio o parte y referencia catastral.
2. Identificación del procedimiento reconocido.
3. Indicación de la normativa de eficiencia energética en el momento de construcción del edificio.
4. Descripción de las características energéticas del edificio.
5. Calificación energética mediante etiqueta.
6. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
7. Descripción de las pruebas y comprobaciones llevadas a cabo.
8. Cumplimiento de requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas.

Los agentes que intervienen en este proceso son:

- ❖ Los técnicos certificadores competentes (son los Ministerios de Industria, Energía y Turismo y de Fomento los que determinan quién puede ejercer como técnico). Actualmente: arquitectos, arquitectos técnicos e ingenieros relacionados con el proceso de edificación y sus instalaciones.
- ❖ La Comisión asesora para la certificación energética de edificios creada ya en el Real Decreto 47/2007.
- ❖ Las Comunidades Autónomas debiendo elaborar el registro de certificados energéticos, haciendo un inventario de los certificados existentes previos a la entrada en vigor de este Real Decreto y expidiendo cada 6 meses estadísticas sobre los resultados de los certificados y sus inspecciones al Ministerio.
- ❖ Los órganos de inspección de los certificados, nombrados por las Comunidades Autónomas, que deberán realizar inspecciones de un número de certificados representativo elegidos al azar y asegurarse de que se han elaborado correctamente.

Para los edificios de nueva construcción, habrá dos certificados: el de proyecto y el del edificio finalizado confirmando que lo ejecutado se corresponde con lo anterior o modificándolo.

Además, los edificios de titularidad privada frecuentados por el público con más de 500 m<sup>2</sup> de superficie útil exhibirán el certificado en un lugar visible (si se les exige su obtención). Lo mismo en el caso de edificios de titularidad pública, pero en su caso con una exigencia de superficie mayor: 250 m<sup>2</sup>.

Por último, el Real Decreto transcribe lo que dice la Directiva 2010/31/UE sobre los edificios de consumo de energía casi nulo (véase capítulo 1.5.1.) y establece la validez de los certificados en 10 años, así como un régimen sancionador en caso de incumplir esta normativa.

1.6.2. SITUACIÓN DEL CERTIFICADO EN ESPAÑA

Desde 2007 y hasta el nuevo Real Decreto de 2013, la obligación de certificarse energéticamente sólo la tenían los edificios nuevos y las modificaciones de más del 25% de la envolvente de edificios de superficie útil superior a los 1000 m<sup>2</sup>. En un contexto en el que la obra nueva escasea y con unos criterios para rehabilitaciones a tan gran escala, solamente los profesionales del sector estaban al tanto de qué era una certificación energética.

Sin embargo la obligación de cumplir el nuevo procedimiento desde junio de 2013 ha hecho llegar el certificado energético a gran parte de los hogares españoles. La necesidad por parte de los dueños de las viviendas de disponer del certificado a la hora de darlas en arrendamiento ha hecho que mucha gente se familiarice con el concepto de certificación energética.

TIPO DE EDIFICIO	NORMATIVA	EN VIGOR DESDE
Nueva construcción	RD 47/2013 derogado por RD 235/2013	Mayo de 2007
Edificios o viviendas existentes objeto de venta o alquiler	RD 235/2013	1 de junio de 2013
Edificios residenciales de tipo colectivo anteriores a 1981 que soliciten ayudas al Programa de apoyo a la Implantación del IEE y cuenten con él antes de 31 de diciembre de 2016	RD 233/2013	11 de abril de 2013*
Edificios residenciales de tipo colectivo de más de 50 años de antigüedad	Ley 8/2013	27 de junio de 2018
Edificios que soliciten ayudas públicas para obras de conservación, accesibilidad o eficiencia energética	Ley 8/2013	27 de junio de 2013*
Resto de edificios	Ley 8/2013 (si lo determina una normativa autonómica o municipal)	**
*El plan estatal 2013-2016 debe articularse a través de convenios del IDEA con las CCAA.		
**En el caso de que se aprobase por parte de alguna CCAA o municipio, su entrada en vigor se produciría según se especificase en la normativa respectiva.		

Ilustración 12. Tabla resumen normativas que regulan la certificación energética en España

Las primeras reacciones en algunos casos no han sido satisfactorias, quizá por la falta de información, tomándose muchos como un instrumento del gobierno para sacar el dinero a los ciudadanos, y creando polémica en la red y en noticiarios nacionales. Si bien, este primer impacto se irá suavizando cuando la gente vaya cogiendo conciencia del porqué de este certificado para los edificios y los objetivos que persigue.

La mayoría de los usuarios todavía no son conscientes del potencial que tienen sus hogares en materia de eficiencia energética, de lo que una rehabilitación energética les podría ahorrar a corto plazo aunque la inversión inicial invite a quedarse tal y como uno está. Por ello el objetivo último del certificado energético ha de ser hacer llegar a la gente esta información, hacer ver a los dueños de viviendas que la demanda energética de sus edificios o casas es muy superior a la que se podría alcanzar hoy en día con otros materiales o sistemas de instalaciones más eficientes. Todo ello sin quitar importancia a la reducción de las emisiones de carbono a la atmósfera, pero es obvio que la mejor manera de que la gente empiece a tomar medidas es a costa de favorecer a su bolsillo.



Ilustración 13. Ejemplo de etiqueta energética

Por ello es muy importante que los técnicos encargados de realizar estas calificaciones energéticas no se limiten a obtener la etiqueta energética por el procedimiento más rápido, sino que hagan bien su trabajo y hagan un esfuerzo en el apartado de mejoras, ya que es ahí donde los usuarios pueden comenzar a tomar medidas. Ayudado además por el PAREER (véase capítulo 1.5.6.), si esto comienza a producirse, la rehabilitación energética de los edificios dará muchos puestos de trabajo en la construcción que se han perdido en los últimos años.

¿Pero en qué consiste el procedimiento de certificación energética de un edificio por parte de un técnico? Pues bien, aunque puede variar según la tipología del edificio y la herramienta usada, el proceso suele seguir siempre los mismos pasos. Primeramente el técnico debe hacer una toma de datos del edificio o de la parte del edificio a calificar. Estos datos se reducen a: datos de la situación y construcción del edificio; conocer las características y materiales de la envolvente del edificio y de los huecos; medidas de superficies y volúmenes; identificación de instalaciones de climatización, iluminación, ventilación y bombeo y sus características; análisis de las sombras que afecten al edificio, incluyendo dispositivos propios de la vivienda; etc.

Una vez tomados los datos debe introducirlos en cualquiera de las herramientas reguladas para el procedimiento de certificación energética:

- a) Procedimiento general para edificios en proyecto y terminados: CALENER. Este software es el procedimiento general para nuevos edificios. Consta de un programa anexo llamado LIDER que se usa para definir la envolvente y hacer un modelo 3D. Después la interfaz pasa a CALENER donde se definen las



- instalaciones y sistemas, dividiéndose en CALENER VYP para residencial y pequeño o mediano terciario y CALENER GT para gran terciario.
- b) Procedimiento simplificado para edificios existentes: CE3 y CE3X. Son unos programas informáticos que sirven para el análisis de la certificación energética de edificios existentes de las tres categorías antes mencionadas. Su interfaz de basa en una metodología de introducción se datos secuencial para obtener la etiqueta.
  - c) Procedimiento simplificado para edificios de viviendas: CERMA. Similar a CE3 y CE3X en la metodología, sólo es válida para uso residencial pero permite certificar tanto nuevos edificios como ya existentes.
  - d) Procedimientos simplificados de carácter prescriptivo para viviendas de nueva construcción: se trata de dos procedimientos, el primero mediante tablas con el que únicamente se pueden obtener letras D y E, y CE2, un software similar al procedimiento anterior pero sin limitaciones.

Realizados los cálculos por la opción elegida, se obtiene la etiqueta y los resultados de la certificación energética, divididos en demanda de calefacción, demanda de refrigeración, y emisiones de CO<sub>2</sub>. Se dan los valores anuales estimados de emisiones y demanda y se asigna una letra a los 3 en función a un edificio de referencia que sería el que cumpliría con los mínimos requisitos del DB HE (versión 2006) de similares características. Para finalizar, el técnico debe aconsejar unas opciones de mejora y estimarlas económicamente (en programas como CE3X ya viene incluido) haciéndolo constar por escrito en el certificado comentando lo que estime oportuno. Deberá entregársele el certificado y la etiqueta al propietario de la vivienda o edificio y por último, debe inscribirse el certificado en el registro de la Comunidad Autónoma pertinente.

Con la modificación del Documento Básico de Ahorro de Energía los programas de certificación energética se han actualizado. Las herramientas que se utilizan para certificar edificios nuevos como son LIDER y CALENER se han adaptado para adecuarse a las nuevas exigencias, y CE2 dejará de utilizarse. Por lo demás, las herramientas pueden seguir usándose con normalidad.

Por otra parte, uno de los principales problemas que surgió en el país cuando comenzó el “estallido” de las certificaciones en junio de 2013 fue el de cuánto cobrar por cada certificado. El precio no estaba regulado y cada técnico cobraba lo que estimaba oportuno. Es obvio que eso puede ocasionar que el objetivo de la certificación se venga abajo, ya que los usuarios pueden optar por pagar poco por un certificado elaborado con “lo justo” que prácticamente sólo les servirá para cumplir un trámite legal.

A día de hoy el precio sigue sin estar regulado. Lo más parecido son las tarifas de honorarios para la emisión de certificados de eficiencia energética que sean realizados por la Sociedad Estatal de Gestión Inmobiliaria de Patrimonio (SEGIPSA), que fueron aprobados por el Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas en el BOE<sup>19</sup> el 7 de

<sup>19</sup> España. Resolución de 7 de noviembre de 2013, de la Subsecretaría, por la que se aprueban las tarifas aplicables por la Sociedad Estatal de Gestión Inmobiliaria de Patrimonio, SA en los trabajos relativos a la certificación y auditoría energética de bienes inmuebles. *Boletín Oficial del Estado*, 19 de noviembre de 2013, nº 277, p. 92529-92533.

noviembre de 2013. SEGIPSA se considera un medio propio instrumental y servicio técnico de la Administración General.

En esta resolución se publican las tarifas para certificaciones energéticas, certificaciones energéticas con tasación y auditorías energéticas que SEGIPSA realiza para la Administración. A espera de una regulación de los precios, una opción es tomar éstos como orientativos. Los precios publicados se pueden ver en la tabla de la Ilustración 14, sin incluir tasas, ni visados, ni inscripción en el registro, ni posibles descuentos por volumen o unidades similares (descuentos que también se dictan en la resolución).

SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	HONORARIOS (sin IVA)
0,01-80,00	184,34 €
80,10-150,00	222,69 €
150,01-250,00	339,61 €
250,01-500,00	633,22 €
500,01-800,00	929,29 €
800,01-1.200,00	1.264,50 €
1.200,01-3.000,00	1.596,81 €
3.000,01-5.000,00	2.286,95 €
5.000,01-8.000,00	2.665,84 €
8.000,01-10.000,00	3.056,70 €
Más de 10.000	3.233,40 €
m <sup>2</sup> adicional a los 10.000	0,20 €/m <sup>2</sup>

Ilustración 14. Honorarios para las certificaciones de SEGIPSA

Sin embargo, la situación actual dista mucho de esos precios. Según una noticia publicada por el diario “El Confidencial” el 24 de mayo de 2014, casi pasado un año de la entrada en vigor del RD 235/2013 los precios del certificado energético en el país, sumando registro y tarifa del profesional, han bajado un 34% de media. Existe una guerra de precios a la baja entre los profesionales y, además, el precio de inscripción del certificado energético en el registro varía según las comunidades autónomas siendo gratuito en comunidades como Madrid, Aragón, Andalucía y Navarra, frente a los casi 40 euros de La Rioja. Los precios de inscripción en los registros también variaron en el primer año de la certificación de edificios existentes, por ejemplo en Castilla y León, donde el registro pasó de ser gratuito a costar casi 30 euros.

Y por último, no sería posible hablar de la situación actual de los certificados energéticos sin ver hasta qué punto se está cumpliendo la ley y qué resultados se están obteniendo. Según se publicaba en el diario “El mundo” a 30 de junio del año 2014, solo el 85% de los inmuebles que deberían tener el certificado energético lo tenían.

En junio de 2014 el Ministerio de Industria, Energía y Turismo publicaba el primer informe oficial del estado de los registros de certificados energéticos. En él se pueden apreciar el número de viviendas que poseen el certificado en cada comunidad autónoma, tanto de edificios nuevos como existentes, y las calificaciones energéticas obtenidas. De Ceuta y Melilla no se tienen registros en el informe.

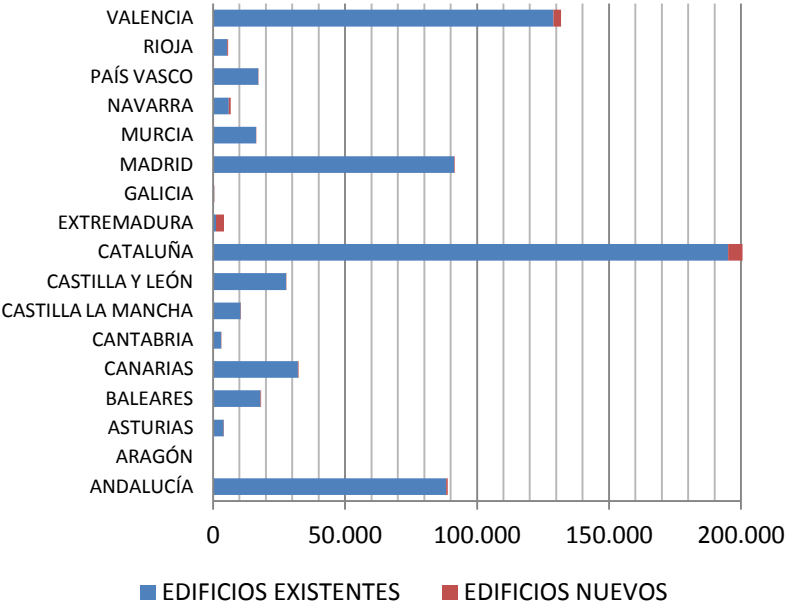


Ilustración 15. Número de edificios en el registro de certificados energéticos

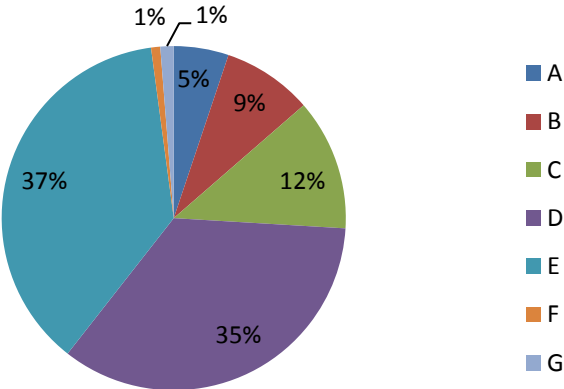


Ilustración 16. Calificación obtenida en edificios de nueva construcción

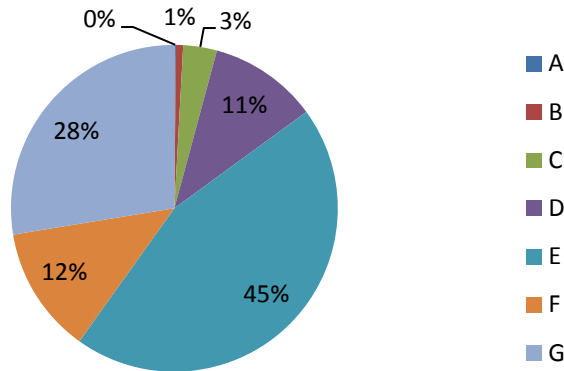


Ilustración 17. Calificación obtenida en edificios existentes

### 1.6.3. EL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA

Aunque en España la certificación energética de edificios es un concepto relativamente nuevo, en algunos países de Europa tiene ya un largo recorrido y viene incluso de antes de la entrada en vigor de las mencionadas Directivas europeas. Un claro ejemplo de ello es el Reino Unido, donde este procedimiento se impuso ya en el año 1995 para nuevos edificios de viviendas. Allí recibe el nombre de SAP ("The Standard Assessment Procedure") y al edificio en cuestión se le asigna un número que va desde 1 a 100. Se considera un edificio de alta eficiencia energética a partir de 80. Refleja los costes teóricos anuales de energía por unidad de espacio y los costes esperados de calefacción (hay que tener en cuenta que el certificado refleja en cada país lo más relevante según la climatología del mismo), así como la demanda de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> anuales. Incluyen dos tipos de planes de mejoras, uno estándar y otro más completo y caro. Los técnicos certificadores deben aprobar un examen para poder realizar los certificados. Los edificios existentes comenzaron a certificarse en 2007, y desde abril de 2012 se amplió esta certificación a edificios no residenciales.

Otro país con una larga trayectoria en el etiquetado de viviendas es Dinamarca. Comenzó en 1997 y es de obligado cumplimiento en edificios de nueva construcción de uso no industrial y para los ya construidos con una superficie menor a 1.500 m<sup>2</sup>. Este procedimiento sirvió como base para elaborar la Directiva 2006/32/CE. La calificación energética va desde A1 como la mejor hasta C5 como la peor. Además del consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub>, los certificados incluyen una estimación del consumo de agua. El proceso es realizado por arquitectos o ingenieros con 5 años de experiencia en edificación y ahorro energético. En función de si la superficie del edificio es mayor o menor de 1500 m<sup>2</sup> existen dos certificaciones distintas: "Energy labelling for Small Buildings" y "Energy Management Scheme for Large Buildings". Ambos incorporan un plan de mejoras energéticas.

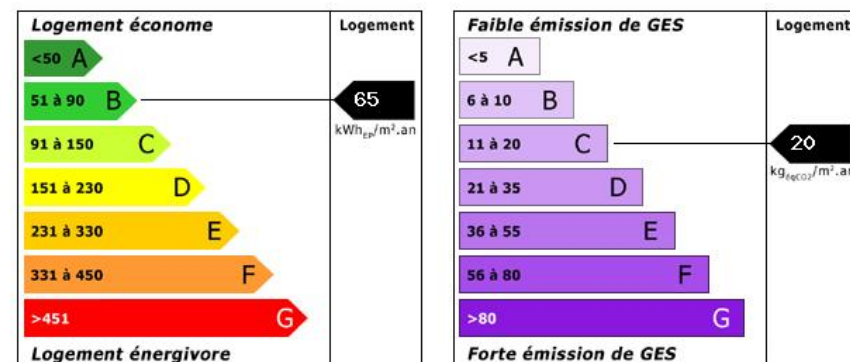


Ilustración 18. Escala de calificación francesa

No muy lejos se queda Francia, donde la normativa de certificación energética data del año 2000. Se le denomina "Diagnostic de Performance Énergétique". Entró en vigor para edificios existentes en 2006 únicamente para ventas, y para alquileres a partir del 2007. Desde el 1 de enero de 2011 es obligatorio exhibir la etiqueta energética junto a la oferta de venta o alquiler de los inmuebles. Utilizan una doble escala, una para el consumo de energía expresado en kWh/(m<sup>2</sup>.año) y otro para las emisiones de CO<sub>2</sub> en kg/(m<sup>2</sup>.año). Es de obligado cumplimiento para edificios no industriales y el consumo de referencia depende de la zona climática del país. Existen dos métodos de cálculo,

uno simplificado apto para edificios con menos de 220 m<sup>2</sup> y otro para técnicos más complejo.

El proceso alemán está presente desde el año 2002, pero estuvo forjándose desde 1976. Treinta y dos años de investigación, reglamentación, publicidad e información a los usuarios y profesionales, que han servido para sembrar unas bases sólidas del certificado de eficiencia energética en el país. La metodología de evaluación se basa en comparar la demanda anual de energía primaria estimada del edificio objeto con una línea base de referencia que depende del coeficiente de forma (área de envolvente/ volumen de la vivienda). Los técnicos certificadores pueden ser arquitectos, ingenieros o asesores energéticos (acreditados por la DENA, agencia alemana de energía). Hay dos tipos de certificados en Alemania: el Certificado de Demanda para Edificios Nuevos y el Certificado de Consumo para Edificaciones Existentes). Los métodos para determinar la demanda de energía primaria son el Método de Balance Periódico o Simplificado (si el porcentaje de huecos respecto a la envolvente es menor al 30%) y el Método de Balance Mensual (si el porcentaje es mayor al 30%). Existe un distintivo en forma de etiqueta del organismo DENA para las viviendas con una demanda energética muy reducida.



Ilustración 19. Placa de demanda energética muy reducida del organismo alemán DENA

El país vecino, Portugal, también lleva ventaja a España en la certificación energética. Destaca por su información al usuario, disponiendo de una página web completísima en la que se pueden inscribir los certificadores así como los propietarios que buscan certificador, y en la que se puede acceder a los registros de los certificados sólo con conocer la dirección del inmueble. Incluso, los propietarios pueden valorar en la web el trabajo realizado por los certificadores. El procedimiento es de aplicación desde julio de 2007 para viviendas nuevas de más de 100 m<sup>2</sup> de superficie útil y tuvo una muy buena acogida, ampliándose un año más tarde a edificios nuevos de cualquier área o uso. En enero de 2009 se incluyen también los existentes. Los resultados obtenidos van desde la letra A+ a la G.

En Italia, la certificación energética de edificios entró en vigor en julio de 2006 para edificios de nueva construcción y un año más tarde lo hizo para edificios existentes unifamiliares y en 2008 para edificios existentes en bloque.

En los últimos años todos los restantes países de la Unión Europea han puesto en marcha normativas para la certificación energética de edificios a excepción de Croacia que a día de hoy todavía no ha aprobado este procedimiento.

### 1.6.4. EL CERTIFICADO FUERA DE EUROPA

Fuera de la jurisdicción de la Directiva 2012/27/UE, los países no pertenecientes a la UE también están llevando a cabo medidas encaminadas a la eficiencia energética, incluidos sus edificios. Un claro

ejemplo, es Estados Unidos. Aunque ni EEUU ni Canadá han aceptado el Protocolo de Kioto, no quiere decir que no estén llevando a cabo medidas para cumplir objetivos similares a los suyos. Para desarrollar medidas energéticas eficientes nació en 2001 el grupo "North American Energy Working Group" (NAEWG) formado por EEUU, Canadá y México.

En el país de los cincuenta estados no existe un etiquetado energético de edificios obligatorio, si bien sí existen normativas que deben cumplir, reguladas por el "American Council for an Energy-Efficient Economy" (ACEEE), así como métodos de certificación. Una de las más reconocidas es Energy Star. Es un programa de certificación privado en conjunto con "U. S. Environmental Protection Agency's" (EPA) y "U. S. Department of Energy's" (DOE) Building American Program".

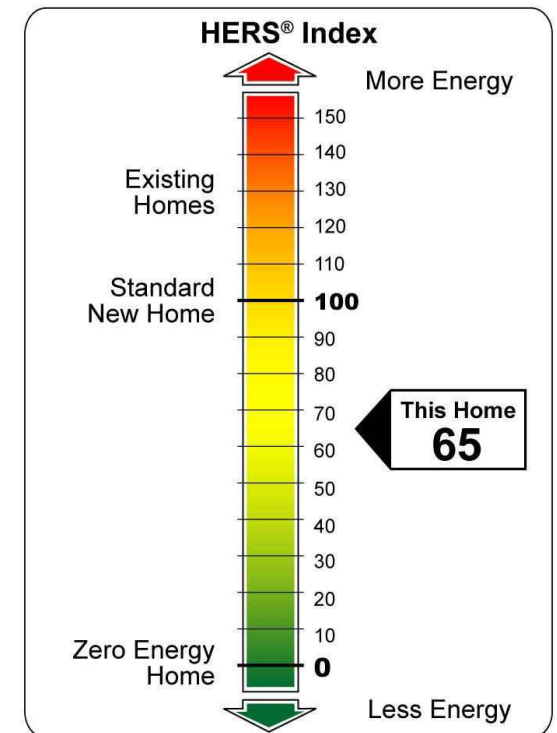


Ilustración 20. Modelo de calificación HERS

Garantiza que la vivienda con esta certificación es un 15% más eficiente que una vivienda similar considerando los requerimientos mínimos de eficiencia. Entrega al usuario un conjunto de posibles mejoras que aumentarían dicha eficiencia en un 20-30%. En 1995, en la mayoría de los estados este procedimiento de certificación fue sustituido por uno nuevo denominado HERS (Home Energy Raters System). Una institución llamada RESNET es la que acredita quiénes pueden realizar estas certificaciones. El sistema HERS compara y califica el edificio en función a uno de referencia. Otra certificación mundialmente conocida es el estándar LEED, pero no se trata de un sistema de certificación energética propiamente dicho, sino más bien de un procedimiento de calificación de la sostenibilidad de la edificación a lo largo de todo su ciclo de vida, similar a los europeos BREEAM o Passivhaus.

En Canadá existe un organismo oficial del gobierno llamado "EnerGuide" que es el encargado de poner nota en cuanto al consumo de energía de productos específicos. Este organismo cuenta con el programa "EnerGuide for Houses" desarrollado por la "NRCan" (Oficina de Energía Eficiente de Recursos Naturales de Canadá). Este programa incluye un sistema de evaluación energética de edificios, con pruebas de estanqueidad y de eficiencia de la climatización. Comenzó en 2006 con el objetivo de ayudar a los canadienses a reducir el consumo y emisión de gases de sus hogares. La escala de valores va de 0 a 100 (de peor a mejor) siendo la media de los edificios en Canadá 66.

En los países sudamericanos el certificado de eficiencia energética de edificios también empieza a estar presente. Un claro ejemplo es Brasil,



donde una normativa regula los requisitos que deben cumplir los edificios para tener una calificación energética mínima. El procedimiento se divide en dos opciones: una prescriptiva que limita las características de los componentes del edificio y otra de desempeño que limita la demanda energética del inmueble. La opción de desempeño se puede realizar mediante un software de simulación energético o mediante mediciones “in situ”. La calificación se basa en cuatro características del edificio ponderadas para dar el resultado final: envolvente (45%), acondicionamiento (22%), ACS (22%) e iluminación y equipos (13%). Se obtienen valores entre 1 y 5 (de menos a más eficiente). El problema es que esta norma sólo es aplicable a edificios de hasta 5 alturas o viviendas unifamiliares.

En Argentina también hay un sistema de etiquetado energético de edificios para propietarios que soliciten gas natural por red, que fue aprobado en 2009 por la subcomisión de eficiencia energética del IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación) para regular la demanda energética. Se califica en función de la temperatura superficial interior media de los cerramientos y huecos en contacto con el exterior, comparándola con la temperatura interior de diseño. El sistema de etiquetado contempla ocho niveles de eficiencia.

Pero no solamente en América o Europa existe la certificación energética. En Australia se introdujo un sistema de certificación en su equivalente al CTE en enero de 2003. Es un sistema que evalúa la eficiencia energética de los edificios en 6 niveles o “estrellas”, siendo 6 el mejor nivel de eficiencia. En la actualidad se exige una calificación de 6 estrellas en la mayor parte del país para nuevos edificios. Para determinar la calificación energética se pueden utilizar diversos programas informáticos. Estas herramientas, al igual que en España, hacen una simulación para estimar la demanda de energía para mantener el edificio en unas condiciones climáticas aceptables durante un año. Hubo una primera generación de software de certificación que ya casi no se utiliza entre los que estaban programas como FirstRate 4, BERS 3.2 y NatHERS. Estos dieron paso a una segunda generación de programas más usados hoy en día como son nuevas versiones de los anteriores y AccuRate.

Por último, en Asia hay un país pionero de la certificación energética de edificios que no podía ser otro que Japón. La metodología CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environment Efficiency) se introdujo en el año 2002. Es mundialmente conocida y está administrada por el IBEC (Institute for Building Environment and Energy Conservation) con sede en Japón. Está especialmente creado para atender al amplio rango de tipologías constructivas de Japón así como a las peculiaridades de su entorno climático. Se divide en cuatro herramientas de evaluación, ya se trate de etapa de prediseño, nuevas construcciones, edificios existentes o rehabilitación de edificios. Además, en los últimos años se han incorporado otras herramientas para casos particulares como edificaciones temporales, estudio de islas de calor urbanas<sup>20</sup> y renovación de centros urbanos en zonas de desarrollo que incluyan varios edificios. El indicador de eficiencia se denomina BEE (Building Environmental Efficiency). Se basa en el cociente entre dos magnitudes Q (que depende del ambiente interior del edificio, la calidad de los servicios y el ambiente exterior) y L (dependiente de la energía consumida, recursos y materiales usados en

el edificio y emisiones que contribuyen al calentamiento global), cuyos valores pueden variar entre 1 y 5. La relación entre estos parámetros da como resultado 5 posibles calificaciones de mejor a peor: S, A, B+, B- y C. Es un sistema muy avanzado y que tiene en cuenta muchos más factores de eficiencia energética que el certificado español.

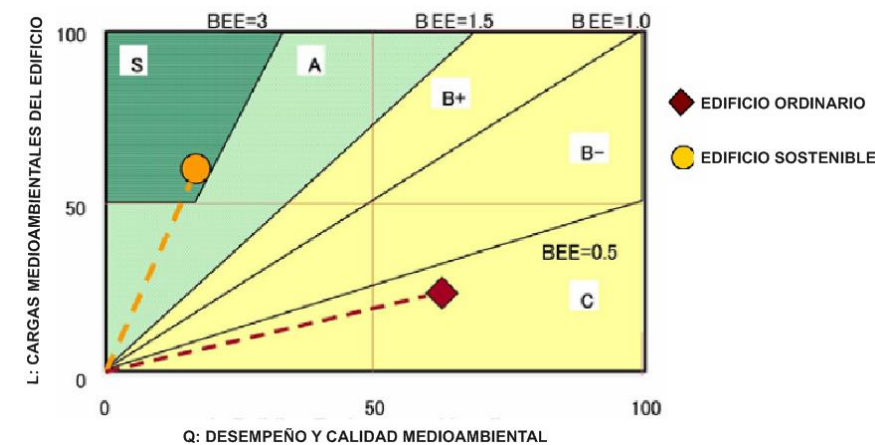


Ilustración 21. Escala de calificación CASBEE

## 1.7. CONCLUSIONES

- ❖ La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para detener el cambio climático es una necesidad. Toda política encaminada a ello es poca, y es necesaria la colaboración por parte de todos los países, y en especial de las mayores potencias mundiales. Los encargados de poner en funcionamiento normativas para conseguir los objetivos de reducción de las emisiones son las Administraciones de las naciones y deben revisar sus planes estatales periódicamente para seguir mejorando en la consecución de los objetivos.
- ❖ El principal camino para conseguir estos objetivos no es otro que la eficiencia energética, sin olvidar el uso de energías renovables. Las medidas de eficiencia energética deben implementarse en los tres principales sectores de consumo de energía: transporte, industria y edificación.
- ❖ De poco sirve la acción de los gobiernos si los usuarios no participan. Por ello debe darse especial importancia a informar al ciudadano de a pie de los objetivos y las razones que los mueven, y hasta qué punto pueden ser beneficiosas para ellos, no sólo medioambientalmente sino para su bolsillo.
- ❖ El futuro y presente de los edificios es la eficiencia energética. Los edificios son causantes de un porcentaje del consumo de energía primaria que ronda el 40%, por lo que las leyes de edificación deben endurecerse para cumplir con los objetivos medioambientales y de ahorro de energía.
- ❖ A la mayor brevedad posible, todos los edificios de nueva construcción deben de ser edificios de consumo de energía casi nulo. Integrar en ellos energías renovables supone un gran ahorro económico teniendo en cuenta los precios cada vez mayores de la energía y con la gran ventaja de producir la

energía en el lugar de consumo minimizando las pérdidas por transporte. Todo ello sin olvidar las ventajas del uso de una energía limpia y respetuosa con el planeta.

- ❖ El potencial de mejora en los edificios existentes es enorme gracias a los últimos avances tecnológicos y a la ausencia de normativas exigentes en materia de eficiencia energética en el momento de su construcción. Los usuarios deben tomar conciencia de las posibilidades que una rehabilitación energética ofrece a sus viviendas y los organismos públicos deben promover estas actuaciones mediante subvenciones e información al ciudadano.
- ❖ La mejor manera de reducir el consumo de energía es que ésta no sea demandada. Por ello un proyecto de eficiencia energética debe comenzar con medidas pasivas (orientación del edificio, sombras, características constructivas de la envolvente y de los huecos, etc.) para pasar después a las medidas activas (instalaciones de alta eficiencia, uso de energías renovables, etc.).
- ❖ El clima de la edificación objeto es un punto crítico a tener en cuenta a la hora de definir las soluciones constructivas y sistemas de un edificio. No menos importante es el uso que va a tener el inmueble, siendo muy distintos los ratios de consumo según de qué tipología se trate.
- ❖ El certificado de eficiencia energética de edificios es una herramienta muy útil para analizar el funcionamiento energético de las viviendas. Su objetivo no debe quedarse en garantizar que los edificios cumplan las exigencias de eficiencia energética que marca la normativa. El fin último ha de ser concienciar a los dueños de las viviendas de que realizando reformas en sus viviendas el ahorro de energía puede ser muy grande y que los plazos de amortización de esta inversión son reducidos. El etiquetado sirve además como un indicador orientativo de la eficiencia energética de las viviendas para futuros propietarios o inquilinos.
- ❖ La implementación de medidas de eficiencia energética en todo el parque de edificios es un camino muy largo debido al gran stock de viviendas disponibles. Debe ser una combinación de información a los usuarios, investigación de nuevas tecnologías, exigencia de requisitos mínimos en los nuevos edificios, fomento de la rehabilitación del parque de edificios existentes y una continua renovación de los planes de eficiencia y la legislación.



<sup>20</sup> Isla de calor urbana es el nombre usado para describir la situación térmica particular que se produce en la superficie de una ciudad, así como en su atmósfera, en la que se crea un microclima de mayor temperatura con respecto a su entorno no urbanizado.

## **BLOQUE II: TOMA DE DATOS**



## 1. ETS DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

### 1.1. INTRODUCCIÓN AL EDIFICIO Y FICHAS



Ilustración 1. Entrada por fachada noroeste de la ETS de Ingenieros de Caminos

actividades relacionadas con el ámbito de la Ingeniería Civil y la investigación.

Fue construido en el año 1995. Es un edificio aislado con una superficie útil en torno a los 15.000 m<sup>2</sup> divididos en más de 250 estancias que a su vez se desarrollan en 4 plantas entre las que se incluye un semisótano. Se divide en dos bloques principales, con entrada en fachadas opuestas y a cotas semisótano y planta baja respectivamente. Ambos cuentan con grandes escaleras diáfanos interiores para comunicar sus distintas plantas. Estos dos bloques se comunican a través de un tercero central, el cual forma un patio en el centro de la fachada suroeste.

El edificio tiene innumerables entradas de luz natural situadas con orientación noroeste y sureste, incluyendo un amplio muro cortina en el patio interior, mientras que las otras dos fachadas son opacas y cuentan con grandes escaleras exteriores. La cubierta de la escuela está a diferentes alturas y va de zonas planas a zonas inclinadas aprovechadas para la entrada de luz. En la fachada predomina el acabado en granito que contrasta con el amarillo de las carpinterías.

El primer bloque tiene su fachada principal con orientación noroeste. La entrada se hace a planta semisótano. Este volumen se divide en dos zonas separadas por pasillos centrales y grandes escaleras que unen las plantas semisótano, baja y primera. En él se encuentran los laboratorios, aulas docentes, instalaciones principales, el salón de actos, la biblioteca, el aula de ordenadores, la cafetería, etc.

Por su parte, el segundo bloque tiene su fachada principal orientada al sureste y con una entrada principal por la que se accede al nivel planta baja. Este volumen se desarrolla en planta baja, primera y segunda. Están también comunicadas por tres grandes escaleras, situadas junto al muro cortina del patio. En él se encuentran principalmente los despachos de los profesores y otros despachos relacionados con labores administrativas.

El mencionado bloque central, sirve como espacio de comunicación entre los dos volúmenes principales en planta baja. Además se desarrolla en planta semisótano y en planta primera. Tiene un amplio acceso en planta semisótano para almacenaje. Además sirve como ampliación de la biblioteca en planta primera.

En la escuela se desarrolla la actividad de unos 1.150 alumnos, 100 profesores, y unas 20 personas pertenecientes a servicios y administración. El 78% de los espacios son aulas de clase, laboratorios, despachos de profesores y espacios de circulación, formando el 22% restante una biblioteca, un salón de actos, una cafetería, zonas administrativas y otros usos.

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UDC es un edificio docente situado en el Campus de Elviña, en la ciudad de A Coruña. En él se desarrolla el título oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, así como otros como el de Ingeniero Técnico de Obras Públicas, el "Máster en Ingeniería del Agua", el programa de doctorado de Ingeniería Civil o el título propio de la UDC "Graduado en Aviación Comercial". Además en él se realizan otras



Ilustración 2. Situación de la ETS de Ingenieros de Caminos

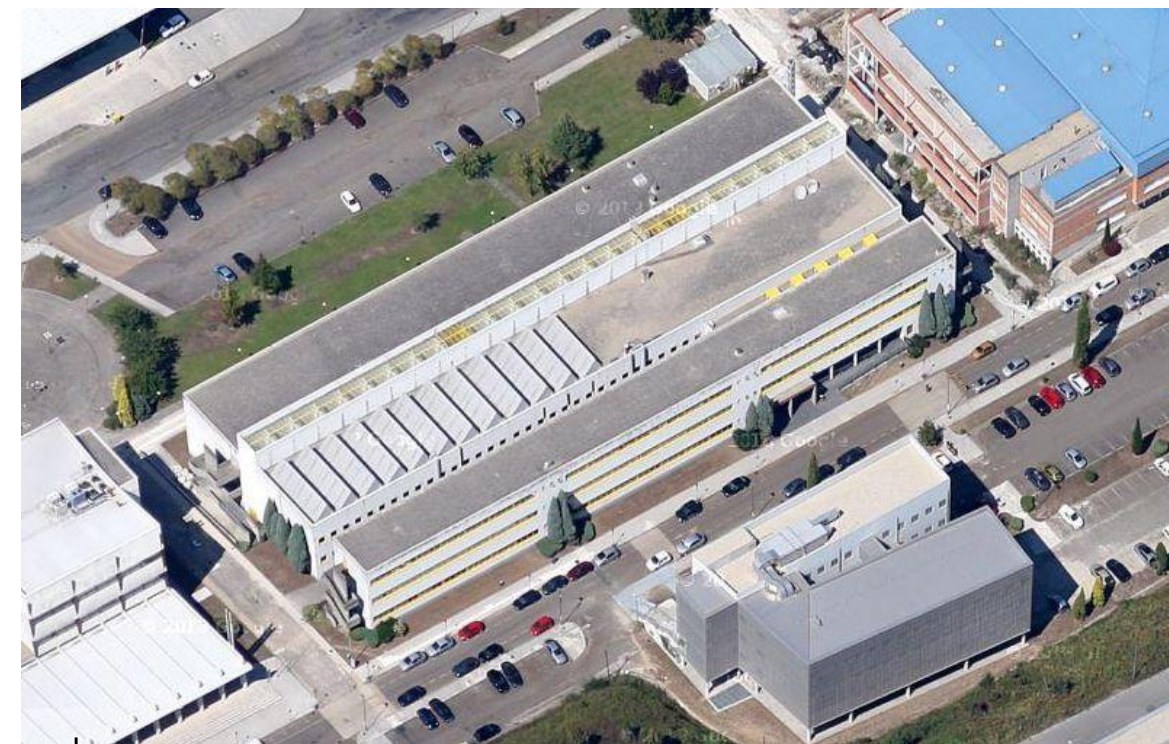














Ilustración 3. Vista aérea de la ETS de Ingenieros de Caminos



FICHA Nº1. CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO: ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS									
DATOS GENERALES		ENVOLVENTE TÉRMICA				INSTALACIONES			
DIRECCIÓN	Campus Elviña s/n- 15008 A Coruña	ELEMENTOS TIPO DE LA ENVOLVENTE				EQUIPOS GENERADORES DE ACS			
USO	Docente	CUBIERTA TIPO	Plana con forjado unidireccional y asilamiento						
ORIENTACIÓN	Noroeste	MURO TIPO	Doble hoja con cámara de aire no ventilada y aislamiento						
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	1995	SUELO TIPO	Contra el terreno sin aislamiento						
Nº DE PLANTAS HABITABLES	4	HUECOS TIPO	Vidrio doble con cámara de aire y carpintería de aluminio						
SUP. ÚTIL HABITABLE	11.403,28 m2	MEDICIONES DE LOS ELEMENTOS DE LA ENVOLVENTE				EQUIPOS GENERADORES DE CALEFACCIÓN			
SUP. ÚTIL ACONDICIONADA	10.723,77 m2	Cubiertas en contacto con el aire exterior (1)				Caldera estándar de gasóleo C (CAL-01)			
ALTURA MEDIA PONDERADA	3,96 m	CA-01	CA-02	CA-03	CA-04	Scubierta= 93,14 %	Pnom.= 334,30 kW	Rnom.= 90,30 %	
PORCENTAJE DE HUECOS	17,29%	S= 2.840,89 m2	S= 807,48 m2	S= 292,56 m2	S= 504,79 m2	Caldera estándar de gasóleo C (CAL-02)			
DEMANDA DE ACS	0,00 l/día	U= 0,40 W/m2k	U= 0,69 W/m2k	U= 0,60 W/m2k	U= 0,38 W/m2k	Scubierta= 93,14 %	Pnom.= 475,10 kW	Rnom.= 86,80 %	
POTENCIA DE ILUMINACIÓN INST.	112.146 W	Cubiertas en contacto con el aire (2)		Cubiertas en contacto con el terreno		Caldera estándar de gasóleo C (CAL-03)			
FOTOGRAFÍAS		CA-05				Scubierta= 93,14 %	Pnom.= 475,10 kW	Rnom.= 95,60 %	
		S= 412,96 m2				9 unidades de 4 modelos diferentes de bombas de calor aire-aire			
		U= 1,40 W/m2k				Scubierta= 7,84 %	Pnom.= 64,18 kW	Rnom.= Varios	
		Muros de medianería				EQUIPOS GENERADORES DE REFRIGERACIÓN			
						9 unidades de 4 modelos diferentes de bombas de calor aire-aire			
						Scubierta= 7,84 %	Pnom.= 57,18 kW	Rnom.= Varios	
						6 unidades de 2 modelos diferentes de aire acondicionado			
Muros de fachada						Scubierta= 1,57 %	Pnom.= 93,20 kW	Rnom.= Varios	
		MF-01	MF-02	MF-03	MF-04				
		S= 3.808,42 m2	S= 944,34 m2	S= 111,12 m2	S= 905,42 m2				
		U= 0,49 W/m2k	U= 0,49 W/m2k	U= 0,68 W/m2k	U= 1,80 W/m2k	EQUIPOS DE AIRE PRIMARIO			
Muros en contacto con el terreno									
		MT-01	MT-02			VENTILADORES			
		S= 24,51 m2	S= 32,48 m2			6 x Unitermos			
		U= 1,13 W/m2k	U= 1,85 W/m2k			Pabs.= 0,08 kW			
Suelos en contacto con el aire exterior									
		SA-01							
		S= 52,92 m2							
		U= 0,90 W/m2k				BOMBAS (1)			
Suelos en contacto con el terreno				8 x Caudal variable	2 x Caudal variable	2 x Caudal variable	2 x Caudal variable		
		ST-01				Pnom.= 0,21 kW	Pnom.= 0,19 kW	Pnom.= 1,12 kW	Pnom.= 1,23 kW
		S= 3.173,00 m2				BOMBAS (2)		TORRES DE REFRIGERACIÓN	
		U= 0,30 W/m2k				4 x Caudal variable			
Particiones verticales en contacto con ENH				Pnom.= 1,43 kW					
CONTRIBUCIONES ENERGÉTICAS									
OBSERVACIONES				Las calderas funcionan de manera simultánea y escalonada. Abastecen a radiadores de columna de agua y a los unitermos. La superficie cubierta de calefacción por las bombas de calor coincide con áreas con radiadores					
		PI-01	PI-02						
		S= 367,98 m2	S= 908,76 m2						
		U= 2,17 W/m2k	U= 0,92 W/m2k						

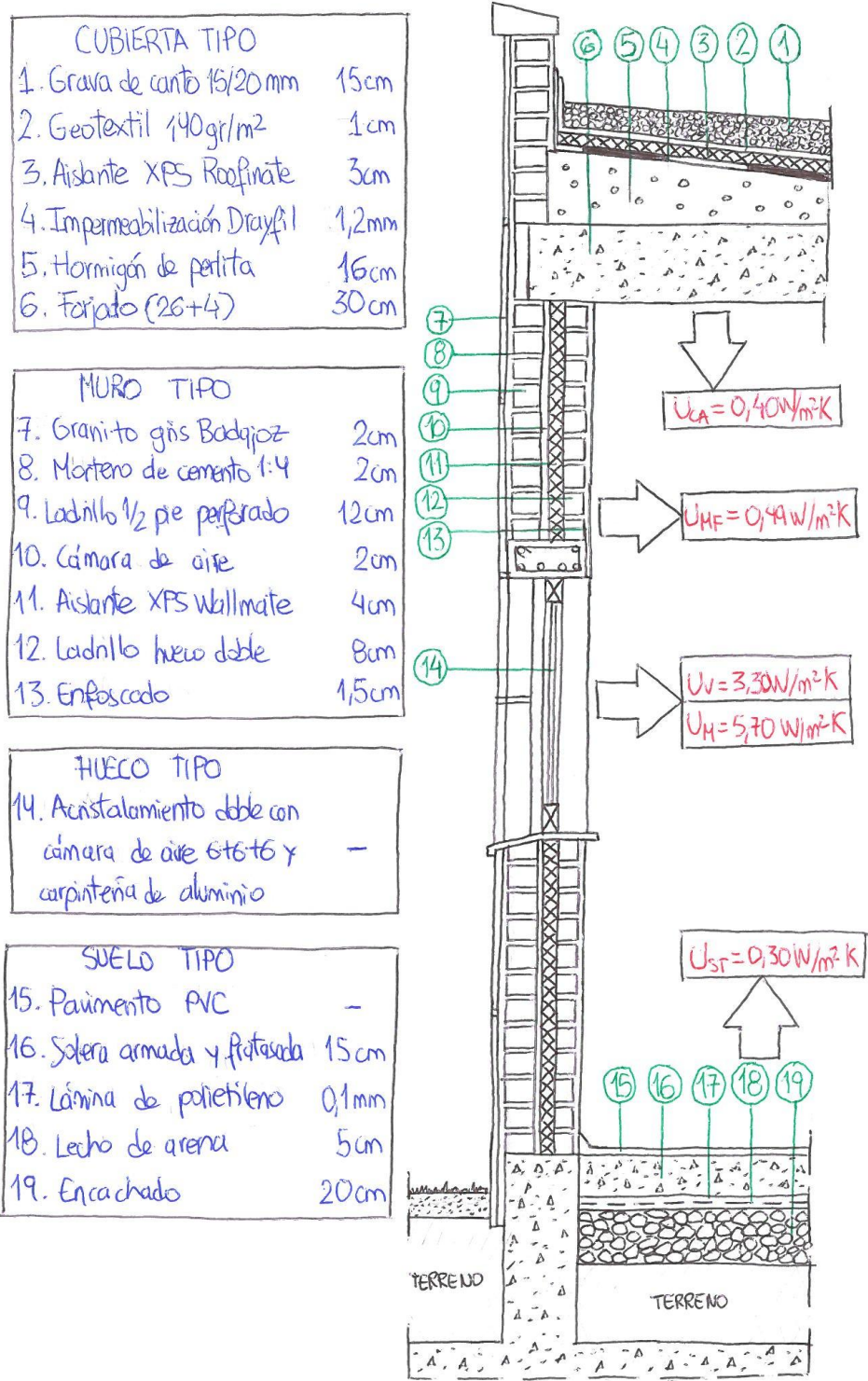


FICHA Nº2. FUENTES DE LA TOMA DE DATOS: ETS DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS				
TIPO	FUENTE	FORMATO	DESCRIPCIÓN	INTRODUCCIÓN DE DATOS
PLANOS DE ARQUITECTURA. ESTADO ACTUAL : Plantas	D. Emilio Lema Caamaño ( Delineante del Servicio de Arquitectura, Urbanismo y Equipamientos de la UDC)	Electrónico (.dwg, .pdf)	Plantas a escala real de semisótano, planta baja, planta primera, planta segunda y cubierta	Definición de la envolvente y medición de sus elementos y sombras autoarrojadas
PLANOS DE ARQUITECTURA. ESTADO ACTUAL: Alzados exteriores	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.dwg)	Alzados a escala real de las 4 fachadas principales	Definición de la envolvente y medición de sus elementos y sombras autoarrojadas
PLANOS DE ARQUITECTURA. ESTADO ACTUAL: Secciones	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.dwg)	1 transversal y 1 longitudinal	Definición de la envolvente y medición de sus elementos
PLANOS DE ARQUITECTURA. ESTADO ACTUAL: Alzados de edificios colindantes	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.dwg)	Alzados de los edificios CITEEC, FIC y Área Científica	Medición de fachadas para cálculo de sombras remotas
PLANOS DE ARQUITECTURA. ESTADO ACTUAL: Plantas acotadas y cuadros de superficies	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.dwg)	Plantas acotadas y cuadros de superficies de plantas semisótano, baja, primera y segunda	Introducción de superficies y definición de zonas de iluminación
PLANOS DE INSTALACIONES. ESTADO ACTUAL: Climatización	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.dwg, .pdf)	Plantas de climatización con marcas y modelos de radiadores, aire acondicionado y unitermos	Búsqueda de datos a partir de modelo de los unitermos y cálculo de áreas acondicionadas
PLANOS DE INSTALACIONES. PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN: Iluminación	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.dwg)	Plantas de iluminación con cuadro de modelos de luminarias y potencias	Potencias instaladas según zona
DATOS DE INSTALACIONES: Inventario	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.docx)	Inventario de instalaciones de la sala de calderas con marcas y modelos	Búsqueda de datos a partir de modelos de bombas
DATOS DE INSTALACIONES: Boletín de reconocimiento	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.xlsx)	Boletín de reconocimiento de sala de calderas con potencias y rendimientos de las 3 calderas	Introducción de datos de las calderas
REPORTAJE FOTOGRÁFICO (1)	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.jpg)	Fotografías de sala de calderas	Imágenes del trabajo
MEMORIAS DE CARPINTERÍA	D. Emilio Lema Caamaño	Papel (consulta en sala y toma de fotografías)	Memorias gráfica y escrita de carpinterías exteriores e interiores	Datos para la definición de los huecos
DETALLES CONSTRUCTIVOS	D. Emilio Lema Caamaño	Papel (consulta en sala y toma de fotografías)	5 planos de detalles constructivos de diversas zonas del edificio, con leyendas	Materiales y espesores de los cerramientos, particiones y huecos
REPORTAJE FOTOGRÁFICO (2)	-	Visita al edificio	Toma de fotografías de zonas exteriores y zonas comunes interiores	Imágenes del trabajo
CONSULTAS VISUALES	-	Visita al edificio	Reconocimiento visual del edificio y sus instalaciones	Resolución de dudas
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	Conserjería de ETSECCP	Llamada telefónica	Horarios de funcionamiento del edificio según época del año	Perfil de uso y horas de funcionamiento de bombas y ventiladores
UNIDADES EXTERIORES DE CLIMATIZACIÓN	D, Gabriel Pita da Veiga Vázquez (Aquitecto Técnico del Servicio de Arquitectura, Urbanismo y Equipamientos de la UDC) y Talleres Reunidos Beges SL (empresa encargada del mantenimiento de dichas instalaciones)	Llamadas telefónicas, electrónico (.xlsx)	Datos de marcas, modelos y potencias de equipos de climatización por aire	Datos de equipos de climatización por aire
DATOS DE CATASTRO	Sede electrónica de Catastro	TIC ( <a href="https://www1.sedecatastro.gob.es">https://www1.sedecatastro.gob.es</a> )	Referencia de catastro	Datos administrativos
REPORTAJE FOTOGRÁFICO (3)	Google Inc.	TIC ( <a href="https://maps.google.es">https://maps.google.es</a> )	Fotografías aéreas	Imágenes del trabajo
REPORTAJE FOTOGRÁFICO (4)	D. Nacho Romero	TIC ( <a href="https://caminos.udc.es">https://caminos.udc.es</a> )	Fotografías del edificio (exteriores e interiores)	Imágenes del trabajo
CATÁLOGOS DE MATERIALES CONSTRUCTIVOS	Varias empresas	TIC (varias webs, consultar bibliografía)	Aislamientos "Roofmate SL" y "Wallmate CW", falso techo Armstrong Cortega, lámina aislante Fonpex	Introducción de datos de materiales para definir cerramientos
CATÁLOGOS DE EQUIPAMIENTOS	Varias empresas	TIC (varias webs, consultar bibliografía)	Unitermos UL-G y bombas Baxi Roca PC-1045 y PC-1055	Introducción de datos de las bombas y ventiladores
CARACTERÍSTICAS DE 8 BOMBAS	D. José Antonio Álvarez Díaz	Tutoría	Datos de los modelos de bombas Baxi Roca MC-1120, MC-1230 y MC-1430	Datos de 8 de las bombas de las que no se encontró catálogo

FICHA Nº3. ENCUESTA A LOS USUARIOS DEL EDIFICIO: ETS DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS				
PREGUNTA 1: En general, ¿se encuentra cómodo en el edificio?				
Sí	Más o menos	No		
64,7%	35,3%	0,0%		
PREGUNTA 2: Valore la sensación térmica				
Muy buena	Agradable	Mejorable	Muy mala	
0,0%	47,0%	41,2%	11,8%	
PREGUNTA 3: Defina la temperatura				
Muy alta	Alta	Normal	Baja	Muy baja
31,3%	31,3%	25,0%	12,4%	0,0%
PREGUNTA 4: En verano, le gustaría que la temperatura del recinto...				
Aumentara	Se mantuviera	Disminuyera		
0,0%	47,1%	52,9%		
PREGUNTA 5: Valore la calidad del aire				
Muy buena	Agradable	Mejorable	Mala	
0,0%	68,7%	25,0%	6,3%	
PREGUNTA 6: Defina la intensidad del olor				
Sin olor	Olor débil	Olor fuerte		
43,7%	50,0%	6,3%		
PREGUNTA 7: Defina el aire				
Viciado	Cargado	Normal	Fresco	Demasiado seco
0,0%	41,2%	41,2%	11,7%	5,9%
PREGUNTA 8: ¿Siente corrientes de aire?				
No	Sí, leves	Sí, molestas		
47,1%	52,9%	0,0%		
PREGUNTA 9: Normalmente, la actividad que realiza en el edificio le...				
Resulta normal	Relaja	Estresa		
41,2%	17,6%	41,2%		
PREGUNTA 10: Indique si sufre alguno de estos síntomas al permanecer durante muchas horas en el edificio				
Irritación de ojos	Sequedad de garganta	Dolor de cabeza	Tos	Fatiga
17,6%	29,5%	52,9%	0,0%	47,1%
PREGUNTA 11: En caso de respuesta afirmativa a la pregunta 10, al abandonar el lugar...				
Mejoran	Remiten algo	Persisten		
46,7%	53,3%	0,0%		
PREGUNTA 12: Defina la incidencia del sol				
El sol apenas entra	Es la adecuada	Es demasiada		
11,8%	76,4%	11,8%		

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

1.2.1. DETALLE CONSTRUCTIVO CROQUIZADO DE LA ENVOLVENTE TIPO



1.2.2. CROQUIS DE LA ENVOLVENTE SOBRE PLANTAS

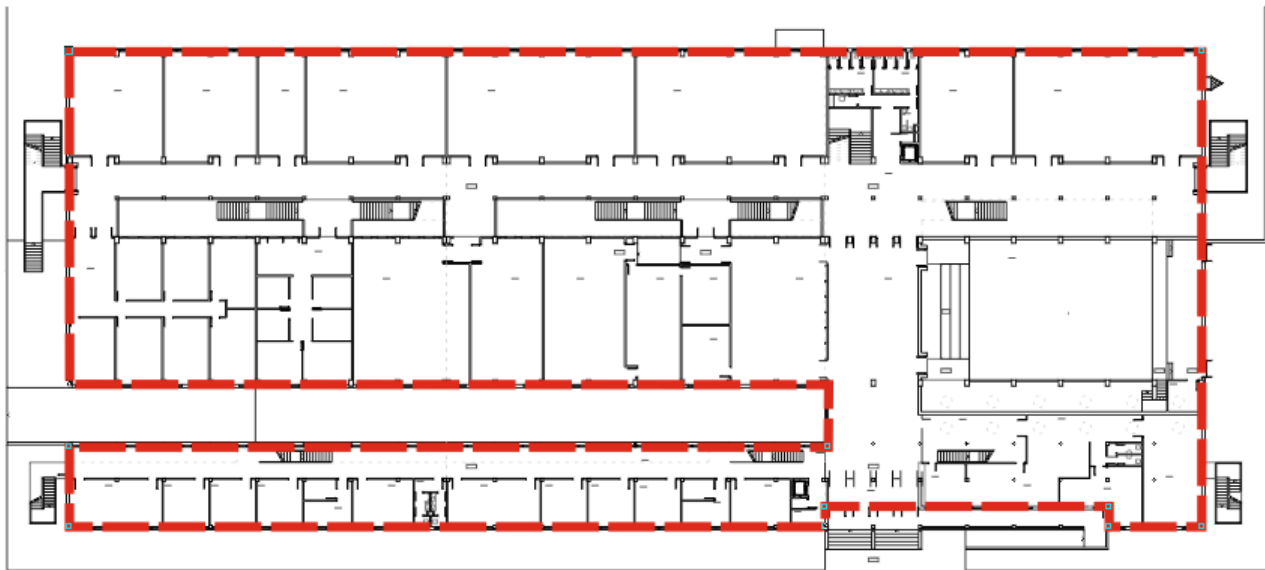
PLANTA SEMISÓTANO



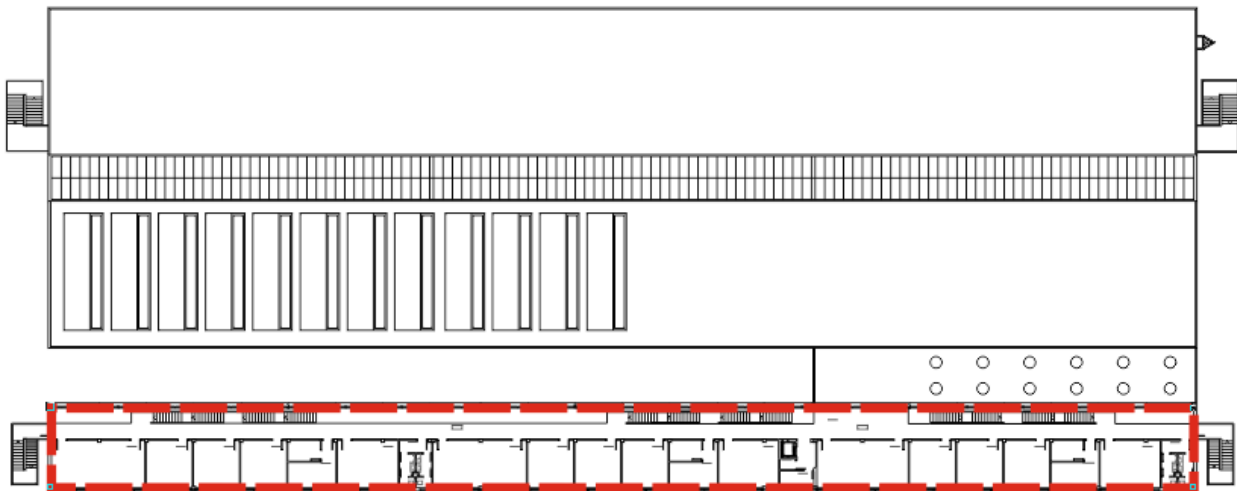
PLANTA PRIMERA



PLANTA BAJA



PLANTA SEGUNDA



--- LÍNEA DE LA ENVOLVENTE  
--- ESPACIO NO HABITABLE



1.2.3. COMPACIDAD

El diseño arquitectónico tiene un alto impacto en la eficiencia energética de un edificio. Un diseño eficiente energéticamente es lo que se llama una medida pasiva. Dentro de estas medidas destacan aspectos como la compactidad, los elementos de sombra, la disposición de los huecos, la orientación del edificio, los materiales empleados, etc.

Es evidente que cuanto mayor es la “piel” de un edificio mayor es la superficie por la que hay intercambio de calor. Por ello, edificios compactos que forman un único bloque son más eficientes energéticamente que edificios que forman varios bloques diferenciados. Esta característica gana más importancia cuanto más extremo sea el clima de la región, siendo en las zonas templadas menos relevante. De hecho, en climas cálidos y húmedos es preferible un diseño de forma abierta que beneficie la ventilación en verano.

La compactidad mide el factor de forma de un edificio. Es la relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica y la suma de las superficies de dicha envolvente.

C= V/S [m]

De hecho, la compactidad es uno de los factores que se tienen en cuenta para obtener una clase u otra mediante la certificación energética por el método simplificado de edificios de viviendas.

Los cálculos de las superficies que componen la envolvente y del volumen de ésta se desarrollan en mayor profundidad en capítulos posteriores. La compactidad es casi de 3 metros, un valor bastante alto que beneficia la reducción de pérdidas de energía por los paramentos del edificio.

CÁLCULO DE LA COMPACIDAD	
CERRAMIENTOS Y PARTICIONES	SUPERFICIE [m2]
CUBIERTA EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR	4.858,68
MUROS DE FACHADA	5.769,30
MUROS CONTRA EL TERRENO	56,99
SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE	52,92
SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	3.173,00
PARTICIONES VERTICALES EN CONTACTO CON ENH	182,39
PARTICIONES HORIZONTALES EN CONTACTO CON ENH INFERIOR	1.276,74
SUPERFICIE TOTAL DE LA ENVOLVENTE [m2]	15.370,02
VOLUMEN TOTAL DE LA ENVOLVENTE [m3]	45.097,48
COMPACIDAD [m]	2,93

1.2.4. REGIÓN CLIMÁTICA

Aunque no es una parte del diseño arquitectónico, va a influir mucho en que éste sea efectivo la zona en la que esté situado el edificio. No funcionará igual una misma tipología de edificio, por ejemplo, en países del norte de Europa que en uno de clima mediterráneo, ya que las necesidades térmicas son otras.

El Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Ahorro de Energía divide España en zonas climáticas según su severidad climática en invierno (de la menos severa A, a la más severa E, y añadiendo la zona α para las Islas Canarias con la actualización del Documento) y en verano (desde el 1 del menos severo hasta el 4 del más severo).

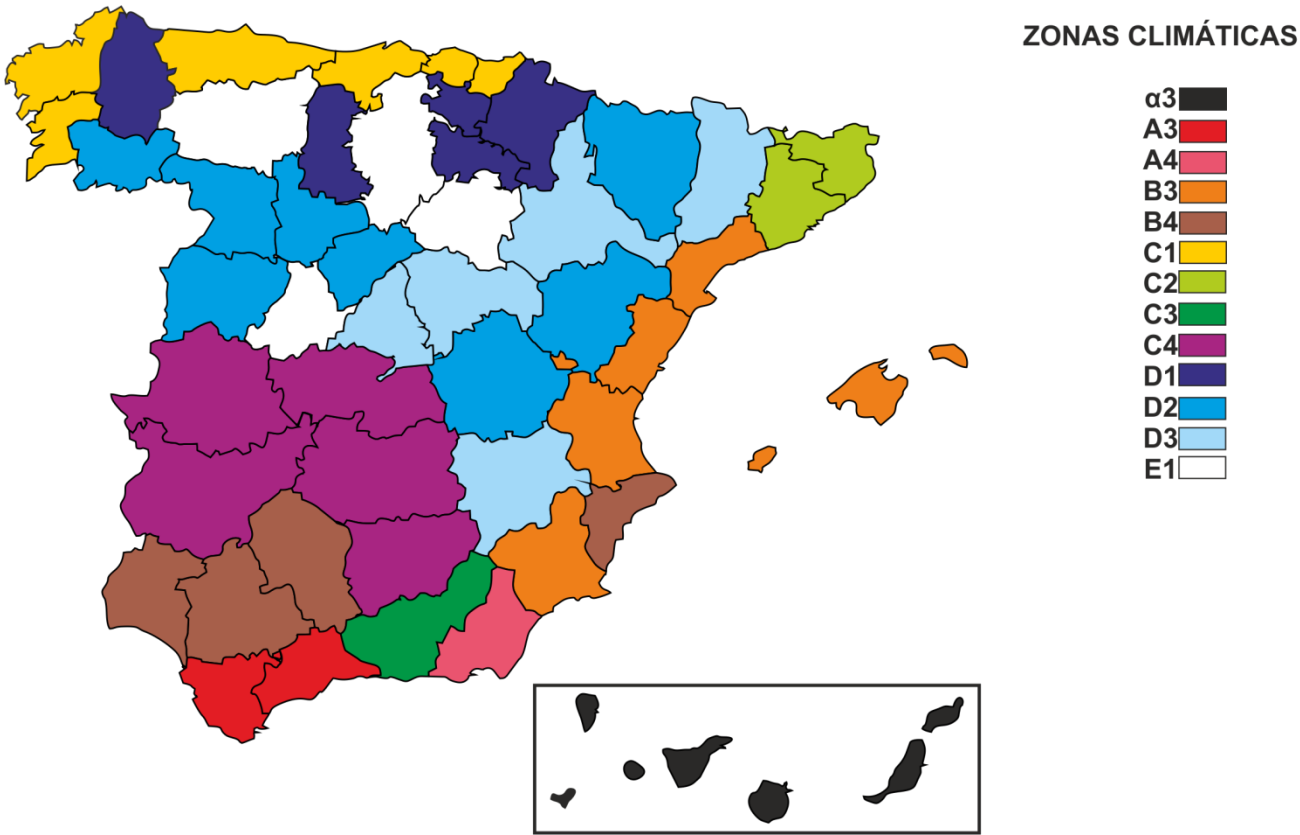


Ilustración 4. Zonas climáticas de España por capital de provincia según la última actualización del DB HE

La ETS de Caminos está situada en la ciudad de A Coruña, lo que supone una zona climática C1. Esto quiere decir que su severidad en invierno es media mientras que en verano es muy baja. Hay que tener en cuenta que la clasificación toma como referencia el clima de España, por lo que una severidad alta en invierno en esta clasificación puede ser baja en otra parte del planeta.

1.2.5. ORIENTACIÓN

Otro aspecto a tener muy en cuenta es la orientación del edificio y de los cerramientos que forman parte de la envolvente. En la latitud de España (ya que en el hemisferio sur la situación sería la contraria), la fachada sur de un edificio recibe mucha más radiación que cualquier otra en el período invernal. En cambio, en verano recibe menos radiación en comparación con la cubierta y las fachadas este y oeste. Esto se debe a que la trayectoria del sol es más alta en verano, mientras que en invierno se sitúa más bajo y hacia el sur.

En general, una distribución de un edificio linealmente de este a oeste es más eficaz, al estar menos expuesto en verano y aprovechar la radiación del sur en invierno. Aunque menos importante, la orientación de los espacios interiores también es importante. Los espacios de poco tiempo de ocupación (como son los espacios no habitables) deben estar preferiblemente situados en la fachada norte. Puesto que sirven como un punto de temperatura intermedia entre el exterior y los espacios no acondicionados, es preferible situarlos orientados al norte al ser la fachada que menos radiación solar recibe en invierno.

El edificio objeto no tiene sus fachadas en la alineación con los cuatro puntos cardinales. En concreto se desvía de ésta 37° en sentido contrario a las agujas del reloj. Su distribución lineal es de suroeste a noreste. De hecho solo el 8,1% de la superficie total de las fachadas tiene orientación suroeste o noroeste. Además esas dos fachadas están prácticamente exentas de huecos, estando casi todos ellos situados en las fachadas de orientación noroeste y sureste. La mayor parte de los espacios no habitables se sitúan al norte tal y como se recomienda.

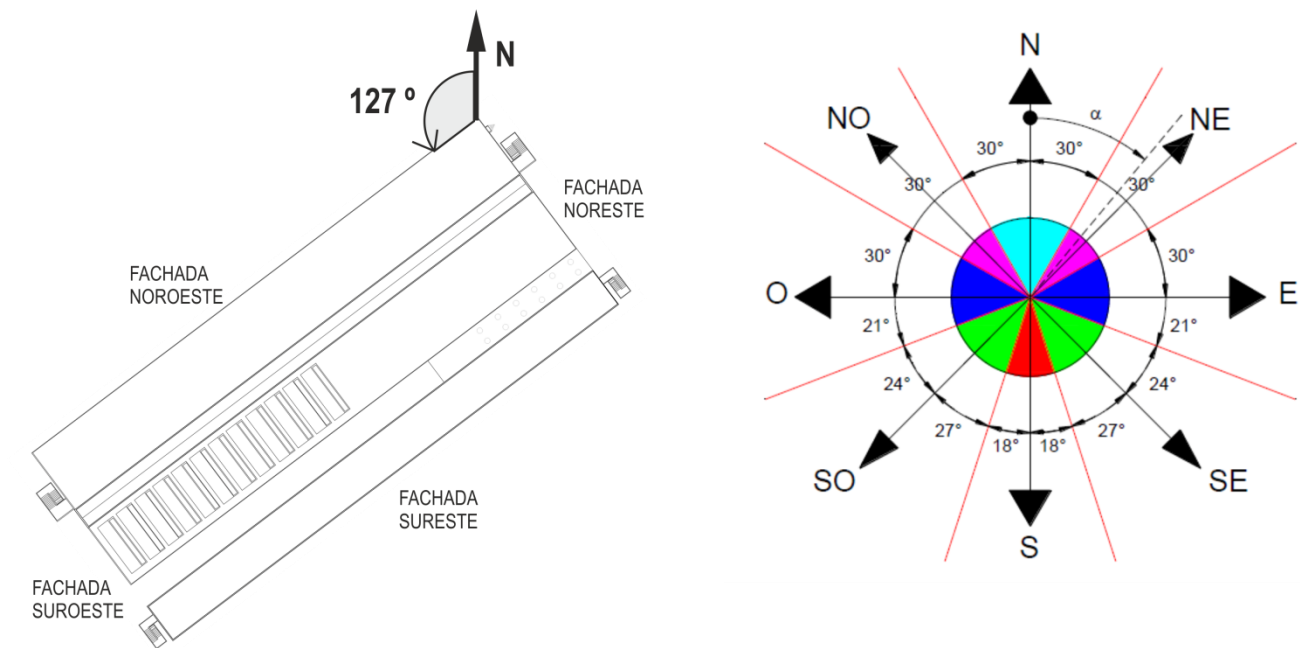


Ilustración 5. Cálculo de orientaciones según el procedimiento CE3X

1.2.6. DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS Y PARTICIONES DE LA ENVOLVENTE

Los cerramientos y particiones de la envolvente térmica se dividen en cubiertas (en contacto con el aire exterior, enterradas), muros (de fachada, en contacto con el terreno), suelos (en contacto con el terreno, en contacto con el aire exterior) y particiones (horizontal en contacto con espacio no habitable inferior, horizontal en contacto con ENH superior, y vertical en contacto con ENH).

La composición de los cerramientos que forman parte de la envolvente es una de las partes más importantes a la hora de diseñar un edificio eficiente energéticamente. La transmitancia térmica de la “piel” del edificio va a ser, combinada con la disposición de huecos y elementos de sombra, determinante en la demanda energética del inmueble. Un edificio bien aislado térmicamente necesita aportar menos energía para mantener unas condiciones de confort térmico agradables en su interior.

Cuantas menos zonas del edificio estén expuestas a gradientes térmicos (diferencias de temperatura entre sus caras) más fácil será mantener la temperatura interior. Esto puede conseguirse enterrando el edificio, ya que la inercia térmica del terreno mantiene temperaturas constantes hasta a 6 metros de profundidad. Sin embargo esto perjudica la ventilación e impide aprovechar el aporte de calor solar en invierno.

En la ETS de Caminos, como en la gran parte de los edificios aislados, predominan las cubiertas en contacto con el aire exterior, los muros de fachada y los suelos contra el terreno, siendo casi el 90% de la envolvente. Además, carece de cubiertas enterradas, muros de medianera y particiones horizontales en contacto con espacios habitables superiores.

Destaca por tener buenas transmitancias en sus cerramientos, sobre todo considerando que fue construido en el año 1995. Todos los cerramientos en contacto con el exterior poseen aislamiento.

ELEMENTO DE LA ENVOLVENTE	PORCENTAJE TOTAL DE LA ENVOLVENTE	TRANSMITANCIA MEDIA PONDERADA [W/m2k]
CUBIERTAS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR	31,61%	0,46
MUROS CONTRA EL TERRENO	0,37%	1,54
MUROS DE FACHADA	37,54%	0,49
SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	20,64%	0,30
SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR	0,34%	0,90
PARTICIONES VERTICALES CON ENH	1,19%	1,22
PARTICIONES HORIZONTALES INFERIORES CON ENH	8,31%	1,28

CUBIERTAS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

Referencia	CA-01	Referencia	CA-02
Transmitancia [W/m2k]	0,40	Transmitancia [W/m2k]	0,69
Superficie total [m2]	2.840,89	Superficie total [m2]	807,48
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
Grava de canto 15/20mm	15,00	Fibra de vidrio color ocre	1,00
Geotextil 140 gr/m2	1,00	Mortero 1:4	2,00
Roofmate SL 3X3 cm	6,00	Losa de hormigón	6,00
Impermeabilización Drayfil	0,12	Perfilería estructural (aire)	14,00
Hormigón de perlita	16,00	Placa de yeso laminado	1,30
Forjado 26+4	30,00	Lana mineral de roca	4,00
		Placa de yeso laminado	1,30

Referencia	CA-03	Referencia	CA-04
Transmitancia [W/m2k]	0,60	Transmitancia [W/m2k]	0,38
Superficie total [m2]	292,56	Superficie total [m2]	504,79
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
Fibra de vidrio color ocre	1,00	Grava de canto 15/20mm	15,00
Mortero 1:4	2,00	Geotextil 140 gr/m2	1,00
Hormigón de perlita	20,00	Roofmate SL 3X3 cm	6,00
Losa de hormigón	6,00	Impermeabilización Drayfil	0,12
Perfilería estructural (aire)	14,00	Hormigón de perlita	16,00
Placa de yeso laminado	1,30	Forjado 26+4	30,00
Lana mineral de roca	4,00	Plénium	75,00
Placa de yeso laminado	1,30	Falso techo Armstrong	0,15

Referencia	CA-05
Transmitancia [W/m2k]	1,40
Superficie total [m2]	412,96
Materiales	Espesores [cm]
Cubierta con porcentaje de huecos del 100%. Transmitancia del elemento opaco irrelevante, por defecto según CE3X	

MUROS DE FACHADA

Referencia	MF-01	Referencia	MF-02
Transmitancia [W/m2k]	0,49	Transmitancia [W/m2k]	0,49
Superficie total [m2]	3.808,42	Superficie total [m2]	944,34
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
Granito gris Badajoz abujardado	2,00	Mortero monocapa blanco	2,00
Mortero de cemento 1:4	2,00	Ladrillo 1/2 pie perforado	12,00
Ladrillo 1/2 pie perforado	12,00	Cámara de aire	2,00
Cámara de aire	2,00	Wallmate-CW	4,00
Wallmate-CW	4,00	Ladrillo hueco doble	8,00
Ladrillo hueco doble	8,00	Enfoscado y pintura	2,00
Enfoscado pintado	2,00		

Referencia	MF-03	Referencia	MF-04
Transmitancia [W/m2k]	0,68	Transmitancia [W/m2k]	1,80
Superficie total [m2]	111,12	Superficie total [m2]	905,42
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
Fibra de vidrio color ocre	1,00	Muro cortina, 100% huecos. Transmitancia del elemento opaco irrelevante, por defecto según CE3X	
Mortero 1:4	2,00		
Ladrillo 1/2 pie perforado	12,00		
Enfoscado	2,00		
Placa de yeso laminado	1,30		
Lana mineral de roca	4,00		
Placa de yeso laminado	1,30		

MUROS CONTRA EL TERRENO

Referencia	MT-01	Referencia	MT-02
Transmitancia [W/m2k]	1,13	Transmitancia [W/m2k]	1,85
Superficie total [m2]	24,51	Superficie total [m2]	32,48
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
Hormigón armado	30,00	Tablero DM en haya	-
Pintura impermeable Juno	-	Ladrillo 1/2 pie, perforado	12,00
		Cámara de aire	-
		Muro de hormigón armado	30,00
		Pintura impermeable Juno	-
El programa CE3X no permite la selección de un cerramiento conocido en los muros contra el terreno. En su lugar, hace una estimación de la transmitancia en función de la profundidad enterrada y la presencia de aislamiento			

SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

Referencia	SA-01
Transmitancia [W/m2k]	0,90
Superficie total [m2]	52,92
Materiales	Espesores [cm]
Pavimento PVC Toralay	1,00
Capa de nivelación	5,00
Recrecido de mortero	8,00
Lámina aislante Fonpex	1,00
Forjado 26+4	3,00
Virotem pintado	4,00

SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

Referencia	ST-01
Transmitancia [W/m2k]	0,30
Superficie total [m2]	3.173,00
Materiales	Espesores [cm]
Pavimento PVC Bedoplan	1,00
Solera armada y fratasada	15,00
Lámina de polietileno	1,00
Lecho de arena	5,00
Encachado	2,00
La transmitancia de los suelos en contacto con el terreno se estima en CE3X en función del perímetro y la presencia de aislamiento	

PARTICIONES VERTICALES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES

Referencia	PV-01	Referencia	PV-02
Transmitancia [W/m2k]	1,18	Transmitancia [W/m2k]	1,34
Superficie total [m2]	131,39	Superficie total [m2]	51,00
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
Se desconoce la composición de las particiones verticales. El cálculo de las transmitancias se hace por el método estimado Se ha dejado la transmitancia de la partición por defecto y definido el cerramiento, así como su superficie y la ventilación del espacio no habitable			

PARTICIONES HORIZONTALES EN CONTACTO CON ESPACIO NO HABITABLES INFERIORES

Referencia	PI-01	Referencia	P1-02
Transmitancia [W/m2k]	2,17	Transmitancia [W/m2k]	0,92
Superficie total [m2]	367,98	Superficie total [m2]	908,76
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
Se desconoce su composición, por lo que se define por defecto en el software CE3X		Pavimento PVC Memphis	1,00
		Capa de nivelación	5,00
		Recrecido de mortero	8,00
		Lámina aislante Fonpex	1,00
		Forjado autoportante 21+4	25,00
		Se define la partición y se estima la transmitancia global con el perímetro de la cámara sanitaria en CE3X	



1.2.7. HUECOS: PUERTAS, VENTANAS Y LUCERNARIOS

Los huecos tienen un alto grado de importancia en la eficiencia energética de cualquier edificio. Por un lado, influyen en la temperatura interior del mismo. Un edificio con ventanas orientadas hacia el sur aporta mucho calor al interior con el consiguiente ahorro de calefacción. La situación se invierte en verano, aunque la fachada a sur deja de ser la más afectada siendo la cubierta y las fachadas este y oeste los principales aportes de calor. Un buen diseño arquitectónico de elementos de sombra como pueden ser voladizos o retranqueos puede sacarle un buen partido a esta situación. Además, existen diferentes tipos de vidrios en el mercado con un factor solar diferente (relación entre la energía solar que incide en el vidrio y la que lo atraviesa). Aunque menos, el color del marco también influye en el aporte de calor al edificio (los colores oscuros absorben mucha más energía solar).

Otro aspecto a tener en cuenta, al igual que en los cerramientos, es su transmitancia térmica. Por regla general gran parte del calor de un edificio se escapa por los huecos, ya que suelen tener unas transmitancias considerablemente mayores que las zonas opacas de las fachadas. Esto puede subsanarse con vidrios con buenas transmitancias que pueden alcanzar 1 W/m<sup>2</sup>k y carpinterías con rotura de puente térmico.

Por otra parte, los huecos son la parte encargada de la ventilación de un edificio. Es un factor indispensable para conservar unas condiciones de confort en su interior, pero que no ha de ser excesiva por las pérdidas térmicas que una alta permeabilidad provoca.

Por último, los huecos son también la parte transparente de cualquier fachada. Su presencia es la que permite la entrada de luz natural. A mayor aprovechamiento de la luz natural, menor consumo en luces artificiales, con el resultante ahorro energético.

En resumen, son muchas las variables y posibilidades que ofrecen los huecos en un edificio, desde la elección de su superficie, su orientación, el tipo de hueco, etc.



Ilustración 6. La entrada de luz natural en la ETS de Caminos permite el desarrollo de actividades en su interior sin iluminación artificial

La Escuela de Ingenieros de Caminos cuenta con un alto porcentaje de huecos y con una distribución muy homogénea en las fachadas con orientación noroeste y sureste. La presencia de huecos en las otras dos orientaciones es muy escasa, y solamente existen huecos transparentes en el bloque central del edificio. Destaca el gran muro cortina de orientación noroeste que posee el edificio en el patio interior que forma. En cuanto a los huecos de cubierta, la gran mayoría están inclinados en tres de las cuatro orientaciones aunque cuentan con elementos que les arrojan sombra para evitar un excesivo soleamiento.

La carpintería de los huecos es siempre de aluminio lacado amarillo sin rotura de puente térmico, mientras que el acristalamiento es doble con cámara de aire en la mayoría de los casos, excepto algún acristalamiento con vidrio laminado y los lucernarios en forma de cúpula de metacrilato. Los vidrios no tienen un factor solar estándar.

Destaca el gran aporte de luz natural del edificio a la práctica totalidad de sus zonas, gracias al cual el uso de iluminación artificial se limita a las horas nocturnas.

	ACRISTALAMIENTO DE LOS HUECOS					
	Tipo de acristalamiento	Dimensiones [mm]	Transmitancia [W/m2k]	Factor solar	Superficie [m2]	% Huecos totales
VENTANAS	Doble con cámara de aire	6+6+6	3,30	0,76	1.695,44	64,61%
	Vidrio laminar tipo Stadip	6+6	5,40	0,74	14,39	0,55%
LUCERNARIOS	Doble con cámara de aire	6+6+6	3,60	0,76	355,68	13,55%
	Vidrio laminar tipo Stadip	6+6	6,50	0,74	412,96	15,74%
	Metacrilato	-	5,70	0,82	13,56	0,52%
PUERTAS	Vidrio laminar tipo Stadip	6+6	5,40	0,74	31,64	1,21%
	100% marco	-	-	-	100,41	3,83%
SUPERFICIE TOTAL DE LOS HUECOS [m2]					2.624,08	100,00%

	CARPINTERÍA DE LOS HUECOS					
	Tipo de carpintería	Absortividad del marco	Transmitancia [W/m2k]	Permeabilidad [m3/hm2]	Superficie [m2]	% Huecos totales
VENTANAS Y PUERTAS	Aluminio lacado amarillo	0,50	5,70	100,00	1.841,88	70,19%
LUCERNARIOS	Aluminio lacado amarillo	0,50	7,20	100,00	782,20	29,81%

HUECOS EN CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR				
Tipología	Orientación	Superficie de cerramientos [m2]	Superficie de huecos [m2]	% huecos
MUROS DE FACHADA	NO	2.449,20	1.232,35	50,32%
	SO	1.635,69	48,14	2,94%
	SE	1.503,83	529,90	35,24%
	NE	310,65	31,49	10,14%
CUBIERTAS AL AIRE	Horizontal	3.315,13	13,56	0,41%
	NO	206,48	206,48	100,00%
	SO	451,80	0,00	0,00%
	SE	206,48	206,48	100,00%
	NE	355,68	355,68	100,00%
TOTAL MUROS DE FACHADA		5.899,37	1.841,88	31,22%
TOTAL CUBIERTAS AL AIRE		4.535,57	782,20	17,25%
TOTAL MF+CA		10.434,94	2.624,08	25,15%
ENVOLVENTE TOTAL		15.176,98	2.624,08	17,29%

En estas dos tablas superiores se resumen las mediciones de huecos del edificio. El 25% de la superficie de la envolvente formada por muros de fachada y cubiertas el exterior está compuesta de huecos. Por su parte, los huecos suponen el 17% de la superficie total de la envolvente. Además, EL 50% de huecos de muros de fachada están orientados al noroeste.

A pesar de que los lucernarios, por el mero hecho de serlo, ya se consideran como orientación horizontal, se pretende dar mayor información asignándole una orientación a los lucernarios inclinados.



1.2.8. Puentes Térmicos

Los puentes térmicos son zonas de la envolvente de un edificio en las que se produce una variación de la uniformidad de la construcción lo que conlleva una menor resistencia térmica que el resto de la envolvente térmica. Los puentes térmicos más típicos de un edificio son los pilares de fachada, los contornos de huecos, los encuentros de la fachada con forjados, cubierta y suelos, o las cajas de persianas.

Son un importante punto de pérdidas caloríficas en un edificio y deben estudiarse para conocer su influencia en la eficiencia energética del mismo. El tipo de puente térmico puede variar dependiendo de la tipología constructiva por lo que además de medir sus longitudes es conveniente identificar de qué tipo son para conocer así el impacto aproximado que tienen en la envolvente.

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos cuenta con todos los puentes térmicos habituales a excepción de las cajas de persiana ya que el edificio carece de éstas. El programa CE3X permite seleccionar los puentes térmicos de una lista de puentes térmicos típicos para elegir el que más se asemeje al edificio objeto.

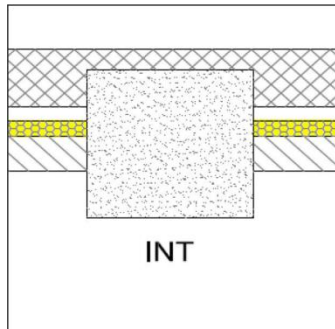
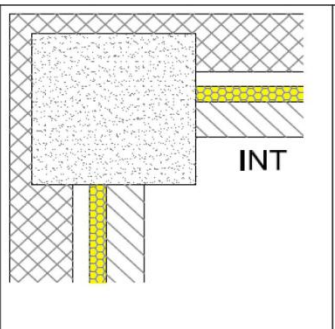
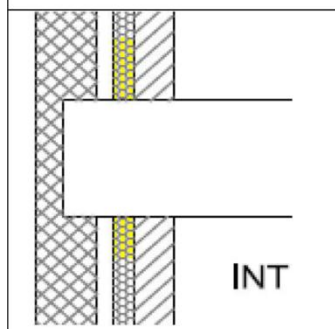
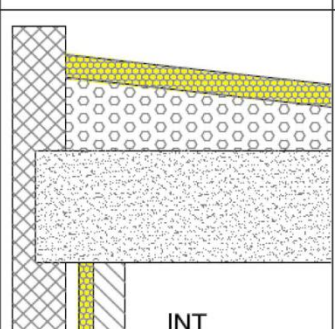
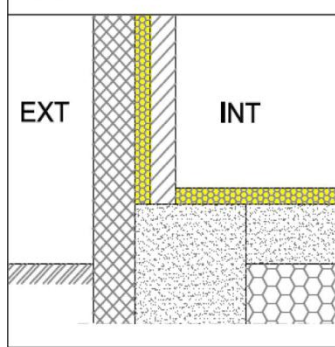
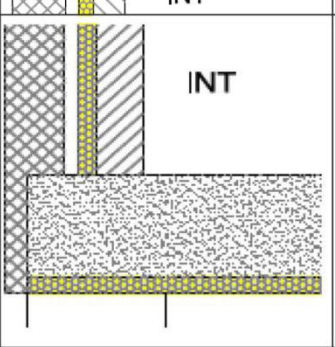
	<p>PT Pilar de fachada. Fachada de doble hoja sin CA o con CA sin ventilar. Pilar chapado exterior no revestido.</p> <p><b>Valor= 0.99 W/mk</b> <b>Long. total= 1426 m</b></p>		<p>PT Pilar de esquina. Fachada de doble hoja sin CA o con CA sin ventilar. Pilar chapado exterior no revestido.</p> <p><b>Valor= 0.76 W/mk</b> <b>Long. total= 86 m</b></p>
	<p>PT Fachada-Forjado. Fachada de doble hoja sin CA o con CA sin ventilar. Frente forjado chapado.</p> <p><b>Valor= 1.10 W/mk</b> <b>Long. total= 778 m</b></p>		<p>PT Fachada-Cubierta. Fachada de doble hoja sin CA o con CA sin ventilar. Frente de forjado chapado y cubierta sin ventilar.</p> <p><b>Valor= 0.76 W/mk</b> <b>Long. total= 761 m</b></p>
	<p>PT Fachada-Solera. Fachada de doble hoja sin CA o con CA sin ventilar. Solera enrasada con la cara exterior de a fachada.</p> <p><b>Valor= 0.43 W/mk</b> <b>Long. total= 263 m</b></p>		<p>PT Fachada-Suelo al exterior. Fachada de doble hoja sin CA o con CA sin ventilar. Frente forjado chapado y suelo aislado al exterior</p> <p><b>Valor= 0.73 W/mk</b> <b>Long. total= 27 m</b></p>

Ilustración 7. Cuadro resumen de PT de la ETS de Ingenieros de Caminos

Como se puede observar en el cuadro no aparecen los puentes térmicos de contorno de huecos. Esta opción se ha seleccionado por defecto siendo el valor resultante de 0,55 W/mk y con una longitud total de 2.520 metros.

1.2.9. SOMBRAS

Las sombras que recibe un edificio afectan a su temperatura interior, al reducir la incidencia del sol. Para analizar las sombras que afectan al edificio se pueden dividir en dos grupos: las propias del edificio y su forma y las arrojadas por otras construcciones o elementos de su entorno.

- Las sombras propias de la ETS de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos se pueden dividir en cuatro:
- ❖ Cambios de dirección de la fachada y retranqueos. La zona del patio interior del edificio es susceptible de recibir sombras propias del edificio. También destaca el retranqueo de la puerta principal de la fachada sureste, así como los retranqueos de los huecos.
  - ❖ Fachadas a diferente altura. La coronación de la cubierta no está a una cota constante, lo que hace que esas diferencias de altura arrojen sombra sobre la cubierta.
  - ❖ Muretes y salientes. Entre estos destacan los muretes de cubierta, los salientes de las puertas principales, o la cubierta en diente de sierra.
  - ❖ Otras sombras como las escaleras exteriores o los árboles, se desprecian por su escasa importancia y dificultad de medición.

Por último, y no menos importante, el edificio puede recibir sombra de los tres edificios colindantes con sus fachadas noreste, suroeste y sureste. Los edificios mencionados son: el Área Científica, el Centro de Investigación en Edificación y Obras Públicas, y la Facultad de Informática.



Ilustración 8. Vista satélite del entorno del edificio e identificación de los edificios que le arrojan sombra



### 1.3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

#### 1.3.1. MEDICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS INTERIORES

ZONA	TIPO	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	ALTURA [m]	VOLUMEN [m <sup>3</sup> ]	ENVOLVENTE	TIPO DE ESPACIO
PLANTA SEMISÓTANO						
-1.01	Laboratorio de Ciencia de Materiales	265,05	3,30	874,67	Sí	Acondicionado
-1.02	Vestíbulo distribuidor	402,17 192,29 188,20 21,69	3,30 14,70 10,80	634,54 2.766,48 234,24	Sí	Acondicionado
-1.03	Laboratorio de Ingeniería del Terreno	314,07	3,30	1.036,43	Sí	Acondicionado
-1.04	Laboratorio de Ingeniería de la Construcción	308,63	3,30	1.018,48	Sí	Acondicionado
-1.05	Aseos mujeres	16,33	3,30	53,89	Sí	Acondicionado
-1.06	Aseos hombres	16,33	3,30	53,89	Sí	Acondicionado
-1.07	Cuarto de limpieza	3,31	3,30	10,92	Sí	No Acondicionado
-1.08	Aseos adaptados	3,49	3,30	11,52	Sí	No Acondicionado
-1.09	Instalaciones eléctricas	1,15	3,30	3,80	Sí	No Acondicionado
-1.10	Instalaciones ascensor	5,29	3,30	17,46	Sí	No Acondicionado
-1.11	Laboratorio de Estudios Territoriales	126,08	3,30	416,06	Sí	No Acondicionado
-1.12	Laboratorio de Física	104,70	3,30	345,51	Sí	No Acondicionado
-1.13	Cuadro eléctrico	5,12	3,30	16,90	NO	
-1.14	Sala de calderas	46,19	3,30	152,43	NO	
-1.15	Grupo electrógeno	36,33	3,30	119,89	NO	
-1.16	Almacén	11,96	3,30	39,47	Sí	No Acondicionado
-1.17	SAIS	15,97	3,30	52,70	NO	
-1.18	Transformador Fenosa	32,47	3,30	107,15	NO	
-1.19	Equipo de bombeo	15,85	3,68	58,34	NO	
-1.20	Laboratorio de Hidráulica e Hidrología	312,19	3,30	1.030,23	Sí	Acondicionado
-1.21	Laboratorio de Ingeniería Ambiental	315,92	3,30	1.042,54	Sí	Acondicionado
-1.22	Laboratorio de Puertos y Costas	123,69	3,30	408,18	Sí	Acondicionado
-1.23	Laboratorio de Caminos	186,55	3,30	615,62	Sí	Acondicionado
-1.24	Laboratorio de Topografía	130,42	3,30	430,39	Sí	Acondicionado
-1.25	Laboratorio de Gráficos por Computador	121,93	3,30	402,37	Sí	Acondicionado
-1.26	Almacén de la cafetería	30,18	3,03	91,29	Sí	No Acondicionado
-1.27	Almacén	32,61	3,03	98,65	Sí	No Acondicionado
-1.28	Almacén	123,04	2,20	270,69	Sí	No Acondicionado
-1.29	Sala de depósito de agua	123,17	1,96	241,99	NO	
-1.30	Vestíbulo distribuidor	75,06	3,30	247,70	Sí	Acondicionado
-1.31	Vestíbulo distribuidor	93,68	3,45	323,20	NO	
-1.32	Reprografía	44,47	3,30	146,75	Sí	No Acondicionado
ZONA	TIPO	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	ALTURA [m]	VOLUMEN [m <sup>3</sup> ]	ENVOLVENTE	TIPO DE ESPACIO
PLANTA BAJA						
+0.01	Aula 8	91,56	3,30	302,15	Sí	Acondicionado
+0.02	Aula de estudio	90,28	3,30	297,92	Sí	Acondicionado

+0.03	Reprografía	44,43	3,30	146,62	Sí	Acondicionado
+0.04	Laboratorio de Proyecto Fin de Carrera	137,66	3,30	454,28	Sí	Acondicionado
+0.05	Laboratorio de Cálculo de Estructuras	183,51	3,30	605,58	Sí	Acondicionado
+0.06	Laboratorio de Cálculo Numérico	186,50	3,30	615,45	Sí	Acondicionado
+0.07	Aseos mujeres	16,33	3,30	53,89	Sí	Acondicionado
+0.08	Aseos hombres	16,33	3,30	53,89	Sí	Acondicionado
+0.09	Cuarto de limpieza	3,31	3,30	10,92	Sí	No Acondicionado
+0.10	Aseos adaptados	3,48	3,30	11,48	Sí	No Acondicionado
+0.11	Instalaciones eléctricas	1,15	3,30	3,80	Sí	No Acondicionado
+0.12	Sala de grados 2	90,75	3,30	299,48	Sí	Acondicionado
+0.13	Sala de grados 1	183,28	3,30	604,82	Sí	Acondicionado
+0.14	Nuevos despachos	241,42	3,30	796,69	Sí	Acondicionado
+0.15	Locales de estudiantes	124,92	3,30	412,24	Sí	Acondicionado
+0.16	Laboratorio Fundación Ingeniería Civil	149,31	3,30	492,72	Sí	Acondicionado
+0.17	Aulanet	92,85	3,30	306,41	Sí	Acondicionado
+0.18	Sala de becados	109,85	3,00	329,55	Sí	Acondicionado
+0.19	Centro de cálculo	57,23	3,00	171,69	Sí	Acondicionado
+0.20	Despacho	25,76	3,00	77,28	Sí	Acondicionado
+0.21	Almacén cafetería	25,54	3,30	84,28	Sí	Acondicionado
+0.22	Cafetería	128,23	3,30	423,16	Sí	Acondicionado
+0.23	Vestíbulo	203,92	3,30	672,94	Sí	Acondicionado
+0.24	Salón de actos	428,51	7,93	3.397,55	Sí	Acondicionado
+0.25	Almacén	9,47	8,60	81,44	Sí	Acondicionado
+0.26	Despacho A0-01	40,27	2,50	100,68	Sí	Acondicionado
+0.27	Despacho A0-02	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+0.28	Despacho A0-03	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+0.29	Despacho A0-04	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+0.30	Despacho A0-05	20,32	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+0.31	Despacho A0-06	26,32	2,50	50,80	Sí	Acondicionado
+0.32	Aseos	13,12	3,30	86,86	Sí	Acondicionado
+0.33	Despacho A0-08	40,23	2,50	32,80	Sí	Acondicionado
+0.34	Despacho A0-09	19,91	2,50	100,58	Sí	Acondicionado
+0.35	Despacho A0-10	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+0.36	Despacho A0-11	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+0.37	Despacho A0-12	20,32	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+0.38	Despacho A0-13	25,86	2,50	50,80	Sí	Acondicionado
+0.39	Instalaciones eléctricas	1,50	3,30	85,34	Sí	No Acondicionado
+0.40	Almacén	5,29	3,30	4,95	Sí	No Acondicionado
+0.41	Cortavientos	22,66	3,30	17,46	Sí	Acondicionado
+0.42	Vestíbulo 1	35,74	3,30	74,78	Sí	Acondicionado
+0.43	Secretaría	17,15	3,30	117,93	Sí	Acondicionado
+0.44	Administración	33,09	3,30	56,60	Sí	Acondicionado
+0.45	Vestíbulo 2	32,45	3,30	109,20	Sí	Acondicionado
+0.46	Negociado de estudiantes	52,59	3,30	107,09	Sí	Acondicionado
+0.47						

+0.48	Aseos	6,87	3,30	22,67	Sí	No Acondicionado
+0.49						
+0.50	Sala de juntas	60,17	3,30	198,56	Sí	Acondicionado
+0.51	Vestíbulo distribuidor	611,66			Sí	Acondicionado
		497,39	3,30	1.641,39		
		36,34	10,95	397,94		
		77,93	10,95	853,33		
+0.52	Vestíbulo distribuidor	222,41			Sí	Acondicionado
		105,79	10,80	1.142,55		
		116,62	3,30	384,84		
ZONA	TIPO	ÁREA [m2]	ALTURA [m]	VOLUMEN [m3]	ENVOLVENTE	TIPO DE ESPACIO
PLANTA PRIMERA						
+1.01	Aula 1	183,28	3,30	604,82	Sí	Acondicionado
+1.02	Aula 2	183,51	3,30	605,58	Sí	Acondicionado
+1.03	Aula 3	183,51	3,30	605,58	Sí	Acondicionado
+1.04	Aula 4	186,50	3,30	615,45	Sí	Acondicionado
+1.05	Aseos mujeres	16,33	3,30	53,89	Sí	Acondicionado
+1.06	Aseos hombres	16,33	3,30	53,89	Sí	Acondicionado
+1.07	Cuarto de limpieza	3,31	3,30	10,92	Sí	No Acondicionado
+1.08	Aseos adaptados	3,48	3,30	11,48	Sí	No Acondicionado
+1.09	Instalaciones eléctricas	1,15	3,30	3,80	Sí	No Acondicionado
+1.10	Aula 5	90,87	3,30	299,87	Sí	Acondicionado
+1.11	Aula 6	90,28	3,30	297,92	Sí	Acondicionado
+1.12	Aula 7	91,56	3,30	302,15	Sí	Acondicionado
+1.13	Aula de Dibujo 1	375,83	4,09	1.538,65	Sí	Acondicionado
+1.14	Aula de Dibujo 2	126,83	4,08	518,00	Sí	Acondicionado
+1.15	Biblioteca	559,40			Sí	Acondicionado
		440,61	3,75	1.652,93		
		44,59	2,82	125,76		
		74,19	3,30	244,84		
+1.16	Despacho	20,11	3,30	66,36	Sí	Acondicionado
+1.17	Depósito de libros	106,67	3,30	352,01	Sí	Acondicionado
+1.18	Cabinas de proyección	34,51	3,30	113,88	Sí	Acondicionado
+1.19	Almacén	17,07	7,20	122,90	Sí	No Acondicionado
+1.20	Despacho A1-01-A	40,25	2,50	100,63	Sí	Acondicionado
+1.21						
+1.22	Despacho A1-02	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+1.23	Despacho A1-03	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+1.24	Despacho A1-04	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+1.25	Despacho A1-05	20,32	2,50	50,80	Sí	Acondicionado
+1.26	Despacho A1-06	26,32	2,50	65,80	Sí	Acondicionado
+1.27	Aseos	13,12	3,30	43,30	Sí	Acondicionado
+1.28	Despacho A1-07A	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+1.29	Despacho A1-07B	20,01	2,50	50,03	Sí	Acondicionado
+1.30	Despacho A1-08	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado

+1.31	Despacho A1-09	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+1.32	Despacho A1-10	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+1.33	Despacho A1-11	20,32	2,50	50,80	Sí	Acondicionado
+1.34	Despacho A1-12	25,86	2,50	64,65	Sí	Acondicionado
+1.35	Instalaciones eléctricas	1,50	3,30	4,95	Sí	No Acondicionado
+1.36	Almacén	5,29	3,30	17,46	Sí	No Acondicionado
+1.37	Fundación de Ingeniería Civil de Galicia	18,97	2,50	47,43	Sí	Acondicionado
+1.38	Subdirector de Coordinación	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+1.39	Jefe de Estudios	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+1.40	Secretaría Académica	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+1.41	Secretaría de Dirección	20,01	2,50	50,03	Sí	Acondicionado
+1.42	Director	30,57	2,50	76,43	Sí	Acondicionado
+1.43	Sala de reuniones	16,16	2,50	40,40	Sí	Acondicionado
+1.44	Aseos	13,16	3,30	43,43	Sí	Acondicionado
+1.45	Despacho A1-13	24,58	2,91	71,53	Sí	No acondicionado
+1.46	Despacho A1-14	17,34	2,91	50,46	Sí	No acondicionado
+1.47	Despacho A1-15	17,34	2,91	50,46	Sí	No acondicionado
+1.48	Despacho A1-16	24,37	2,91	70,92	Sí	No acondicionado
+1.49	Despacho A1-17	24,37	2,91	70,92	Sí	No acondicionado
+1.50	Despacho A1-18	24,91	2,91	72,49	Sí	No acondicionado
+1.51	Vestíbulo distribuidor	500,72	7,20	3.605,18	Sí	Acondicionado
+1.52	Vestíbulo distribuidor	282,79			Sí	Acondicionado
		166,36	3,30	548,98		
		38,48	7,05	271,25		
		35,14	2,91	102,26		
ZONA	TIPO	ÁREA [m2]	ALTURA [m]	VOLUMEN [m3]	ENVOLVENTE	TIPO DE ESPACIO
PLANTA SEGUNDA						
+2.01	Asociación de Ingenieros de Caminos	40,27	2,50	100,68	Sí	Acondicionado
+2.02	Despacho A2-01	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+2.03	Despacho A2-02	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+2.04	Despacho A2-03	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+2.05	Despacho A2-04	20,32	2,50	50,80	Sí	Acondicionado
+2.06	Despacho A2-05	26,32	2,50	65,80	Sí	Acondicionado
+2.07	Aseos	13,12	3,30	43,30	Sí	Acondicionado
+2.08	Despacho A2-07	40,23	2,50	100,58	Sí	Acondicionado
+2.09	Despacho A2-08	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+2.10	Despacho A2-09	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+2.11	Despacho A2-10	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+2.12	Despacho A2-11	20,32	2,50	50,80	Sí	Acondicionado
+2.13	Despacho A2-12	25,86	2,50	64,65	Sí	Acondicionado
+2.14	Instalaciones eléctricas	1,63	3,30	5,38	Sí	No Acondicionado
+2.15	Almacén	5,29	3,30	17,46	Sí	No acondicionado
+2.16	Despacho A2-14	39,39	2,50	98,48	Sí	Acondicionado
+2.17	Despacho A2-15	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado
+2.18	Despacho A2-16	19,91	2,50	49,78	Sí	Acondicionado

+2.19	Despacho A2-17	19,82	2,50	49,55	Sí	Acondicionado
+2.20	Despacho A2-18	20,24	2,50	50,60	Sí	Acondicionado
+2.21	Despacho A2-19	25,93	2,50	64,83	Sí	Acondicionado
+2.22	Despacho A2-20	13,16	2,50	32,90	Sí	Acondicionado
+2.23	Vestíbulo distribuidor	169,33	3,30	558,80	Sí	Acondicionado

La superficie se corresponde a superficies útiles de las estancias del edificio. Ha sido sustraída de cuadros de superficie incluidos en la documentación del proyecto, a excepción de algunas zonas conflictivas como pueden ser las zonas de escaleras donde se ha optado por volver a medir.

Las alturas son alturas libres (de la parte superior del suelo a la parte inferior del techo). Se han deducido de las secciones constructivas incluidas en los planos de proyecto, incluyendo falsos techos en las zonas así representadas.

Se han dividido los espacios en habitables y no habitables. En algunos espacios de superficie muy reducida que se podrían haber incluido como espacios no habitables se ha optado por incluirlos en la envolvente por falta de relevancia. Además se han clasificado los espacios en acondicionados o no acondicionados en función de si poseen una unidad de climatización (radiadores generalmente, bomba de calor, aire acondicionado o unitermos).

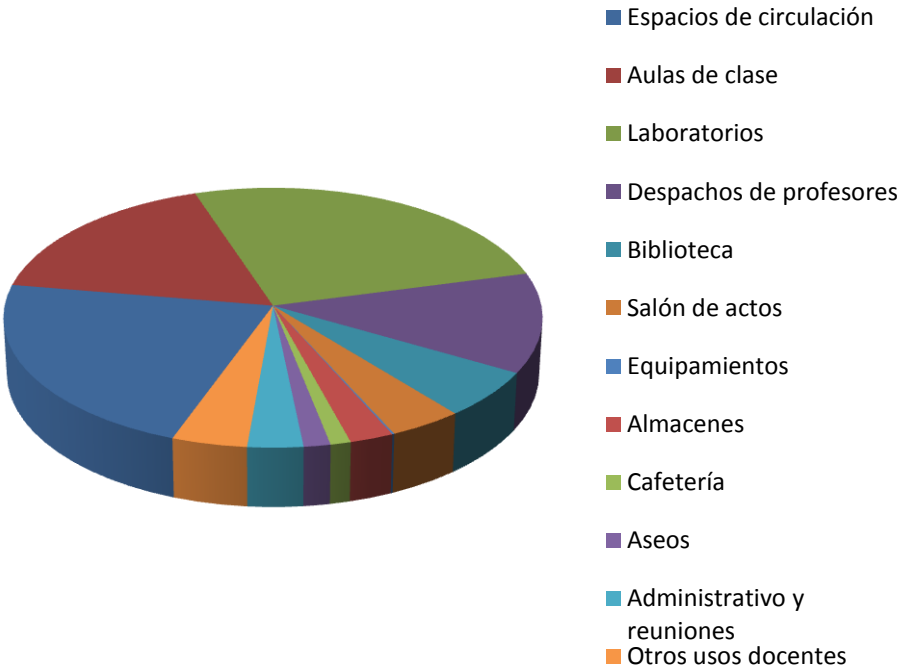
La altura libre en la mayor parte de las zonas es de 3,30 metros pero en la media ponderada tendrá mucho peso la gran altura libre en las zonas de escaleras, llegando este valor hasta los 3,96 metros. Casi el total de la superficie que forma parte de la envolvente está acondicionada. En su mayor parte se trata de climatización solo de calefacción, aunque esto se analiza más detenidamente en los siguientes puntos.

El 78% de los espacios son aulas de clase, laboratorios, despachos de profesores y espacios de circulación, siendo solamente el 22% para usos distintos.

SUPERFICIES EN PLANTA DE LA ENVOLVENTE [m2]	
Planta Semisótano	3.074,62
Planta Baja	3.635,09
Planta Primera	3.635,09
Planta Segunda	640,51

VOLUMEN DE LA ENVOLVENTE [m3]	45.097,48
SUPERFICIE EN PLANTA DE LA ENVOLVENTE [m2]	11.403,28
SUPERFICIE ACONDICIONADA [m2]	10.723,77
SUPERFICIE NO ACONDICIONADA [m2]	679,51
PORCENTAJE DE SUPERFICIE NO ACONDICIONADA (%)	6,34%
VOLUMEN ACONDICIONADO [m3]	42.925,09
VOLUMEN NO ACONDICIONADO [m3]	2.172,39
PORCENTAJE DE VOLUMEN NO ACONDICIONADO (%)	5,06%
ALTURA MEDIA PONDERADA [m]	3,96

TIPO DE USO DEL LOCAL	SUPERFICIE [m2]	PORCENTAJE
Espacios de circulación	2.516,09	22,06%
Aulas de clase	1.968,04	17,26%
Laboratorios	2.966,21	26,01%
Despachos de profesores	1.416,30	12,42%
Biblioteca	666,07	5,84%
Salón de actos	463,02	4,06%
Equipamientos	13,37	0,12%
Almacenes	275,67	2,42%
Cafetería	128,23	1,12%
Aseos	167,82	1,47%
Administrativo y reuniones	348,71	3,06%
Otros usos docentes	473,75	4,15%
<b>SUPERFICIE TOTAL [m2]</b>	<b>11.403,28</b>	<b>100,00%</b>



El funcionamiento de las instalaciones de un edificio tiene una gran influencia en su eficiencia energética. Son las responsables del consumo de energía eléctrica, así como de los combustibles que correspondan en cada caso. Si bien, que el consumo sea mayor o menor está muy condicionado por las características de la envolvente térmica: cuanto mayor sea la demanda de calefacción o refrigeración del edificio, mayor será el consumo en climatización de las instalaciones; cuanto peor sea la iluminación natural del edificio, más iluminación artificial necesitará; cuanto peor ventilado esté el edificio, mayor será el desempeño de los equipos de aire primario; etc. Por ello, todo edificio que desee ser eficiente energéticamente debe comenzar por tener un diseño adecuado para reducir las demandas energéticas.

A partir de ahí, las instalaciones disponibles en el mercado pueden ser muy distintas. La elección de equipos de alta eficiencia energética con rendimientos excelentes beneficia mucho a la eficiencia energética de un edificio frente a la elección de instalaciones con bajos rendimientos. Además, la elección de equipos alimentados por fuentes de energías renovables es muy beneficiosa para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, criterio muy tenido en cuenta en las herramientas de certificación energética.



1.3.2. EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN

El 93,14% de la superficie útil dentro de la envolvente de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos está acondicionada con unidades secundarias de calefacción. Estas unidades son en su práctica totalidad radiadores de fundición Duba Baxi Roca, de 2 o 3 columnas (Modelos N46, N61, N80, y 46, 61, 80, 95 respectivamente), con un total de 272 radiadores. Además el salón de actos se complementa con 6 unitermos Baxi Roca modelo UL-210 G que proporcionan aire caliente a la estancia.

Para abastecer de agua caliente a estas unidades secundarias de climatización, el edificio cuenta con una sala de calderas situada en planta semisótano. En ella se encuentran tres grandes calderas estándar de gasóleo C de distinta potencia que funcionan en cascada.

El sistema cuenta además con un cuadro de controladores Elfatherm.

INVENTARIO DE EQUIPOS DE CALEFACCIÓN								
REFERENCIA	MARCA	TIPO	COMBUSTIBLE	ESTADO	POTENCIA NOMINAL [kW]	POTENCIA ÚTIL [kW]	RENDIMIENTO ÚLTIMA ANALÍTICA	% POTENCIA APORTADA
3035_CAL_01	Baxi Roca NTD-260	Caldera estándar	Gasóleo C	OK	334,3	296,5	90,30%	26,15%
3035_CAL_02	Baxi Roca NTD-360	Caldera estándar	Gasóleo C	OK	475,1	418,6	86,80%	36,92%
3035_CAL_03	Baxi Roca NTD-360	Caldera estándar	Gasóleo C	OK	475,1	418,6	95,60%	36,92%
POTENCIA TOTAL DE CALEFACCIÓN DEL EDIFICIO [Kw]					1.284,5	1.133,7		

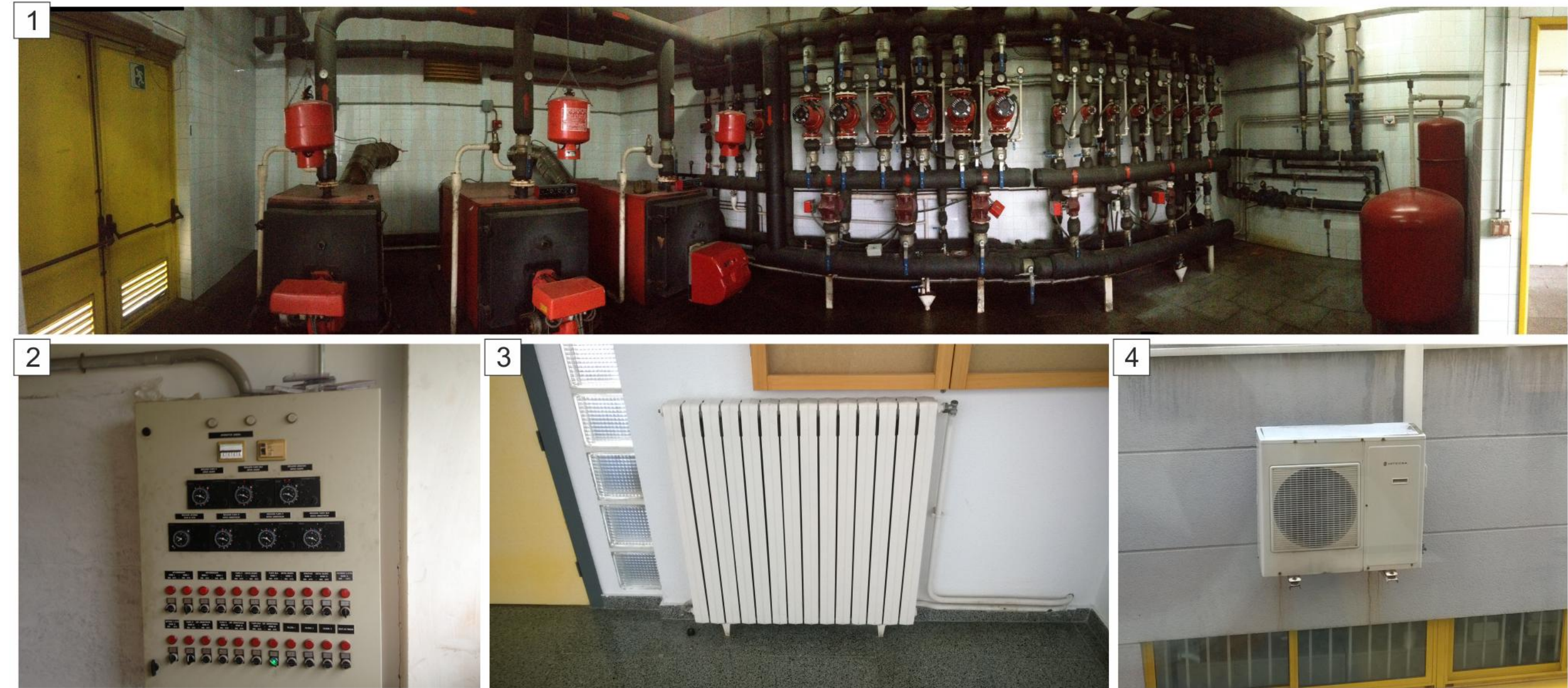


Ilustración 9. Instalaciones de calefacción de la ETS de Ingenieros de Caminos: 1) Sala de calderas 2) Cuadro de control Elfatherm E25 3) Radiador de fundición Baxi Roca 4) Unidad exterior de aire acondicionado



El edificio cuenta también con pequeñas bombas de calor que actúan simultáneamente como equipos de calefacción y refrigeración. Estos equipos se sitúan en espacios acondicionados en los que sirven de apoyo de calefacción a los radiadores. Por lo tanto la superficie acondicionada de estos equipos está incluida en el 93,14% de superficie acondicionada por las calderas.

Por último, el edificio también tiene instaladas 6 unidades de aire acondicionado en varias zonas. Junto a las pequeñas bombas de calor mencionadas en el párrafo anterior, abastecen de refrigeración a una superficie útil de la envolvente que ronda el 10%.

INVENTARIO DE BOMBAS DE CALOR AIRE-AIRE									
REF	AULA	SUP [m2]	TIPO	MARCA	MODELO	POT CAL [kW]	POT REF [kW]	COP	EER
+0.14	Nuevos despachos	241,42	BC_01	Ferrolí	UE.Smile.18000PC7	5,40	5,20	3,10	2,61
			BC_02	Kaysun	KAE52HN4	5,28	4,98	3,01	2,81
+1.15	Biblioteca	559,40	BC_03A	Ferrolí	UE.Smile.19000PC	7,00	5,60		
			BC_03B	Ferrolí	UE.Smile.19000PC	7,00	5,60		
			BC_03C	Ferrolí	UE.Smile.19000PC	7,00	5,60		
			BC_03D	Ferrolí	UE.Smile.19000PC	7,00	5,60		
+0.17	Aulanet	92,85	BC_04A	Hitecsa	BRCB 271	8,50	8,20		
			BC_04B	Hitecsa	BRCB 272	8,50	8,20		
			BC_04C	Hitecsa	BRCB 273	8,50	8,20		
-1.25	Laboratorio de Gráficos por Computador	121,93	AA_01A	Mitsubishi	PU 2VJA	-	5,60	-	2,21
			AA_01B	Mitsubishi	PU 2VJA	-	5,60	-	2,21
			AA_01C	Mitsubishi	PU 2VJA	-	5,60	-	2,21
			AA_01D	Mitsubishi	PU 2VJA	-	5,60	-	2,21
+0.19	Centro de cálculo	57,23	AA_02A	Euroklimat	BXK, V-T/ST/ASE132E	-	35,40	-	
			AA_02B	Euroklimat	BXK, V-T/ST/ASE132E	-	35,40	-	
POTENCIA TOTAL INSTALADA [Kw]						64,18	150,38		
POTENCIA TOTAL INST. EDIFICIO [Kw]						1.348,68	150,38		

### 1.3.3. VENTILADORES Y EQUIPOS DE BOMBEO: HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO

El programa CE3X en gran terciario cuenta con la definición de instalaciones secundarias como son los ventiladores y las bombas. Estos equipos tienen asociado una potencia eléctrica de consumo que influirá en la eficiencia energética del edificio y dependerá de las horas de funcionamiento. Estas horas de funcionamiento dependen de factores como los horarios del edificio, los períodos de demanda de calefacción y refrigeración, la potencia instalada de calefacción y refrigeración, etc.

El programa CE3X hace una estimación de las horas de funcionamiento una vez definidos los elementos de la envolvente, la iluminación del edificio, el perfil de uso e introduciendo la potencia total de los equipos primarios de calefacción o refrigeración en su caso. Pero para una mayor exactitud de resultados en la calificación es conveniente ajustar estos resultados estimados al horario de funcionamiento real del edificio.

La ETS de Caminos tiene dos horarios de funcionamiento diferentes. Uno es durante el período de clases y exámenes y otro en agosto cuando el centro solo funciona a media jornada. En el programa se introduce un horario de funcionamiento de 12 horas, lo que no es del todo correcto, por ello habrá que ajustar los resultados.

En este caso, los ventiladores y bombas solo están afectados por la demanda de calefacción. Además, al no haber unidades de tratamiento de aire, ningún ventilador funciona cuando no hay demanda de climatización.

TEMPORADA	HORARIO		HORAS/DÍAS	DÍAS	FESTIVOS	DÍAS DE FUNCIONAMIENTO	HORAS DE FUNCIONAMIENTO
Septiembre-Julio	8	22	14	334	107	227	3.178
Agosto	9	15	6	31	11	20	120
TOTALES							3.298

Horas de trabajo diario = 12 h ☒ La actividad dura todo el año  
 Funcionamiento actividad = 3.548 h ☒ Horario por defecto CE3X  
 Horas totales anuales = 4.380 h

Servicio	Demanda [h/año]	[h/actividad]	Sin demanda [h]	Funcionamiento servicio [h]
Calefacción	1.504,6	1.504,6	2.043,4	3.548,0
Refrigeración		0,0	0,0	0,0
	1.504,6	1.504,6	2.043,4	3.548,0

Funcionamiento actividad = horas anuales durante las cuales hay actividad en el edificio/local

Horas de trabajo diario = horas que dura la actividad diaria definidas en el perfil de uso en CE3X

Demanda de calefacción = horas anuales de demanda de calefacción calculadas en el programa CE3X

Demanda de refrigeración = horas anuales de demanda de refrigeración calculadas en el programa CE3X

Borrar todo

Ilustración 10. Captura del macro para Excel de el cálculo de horas de funcionamiento de CE3X

	HORAS DEMANDA CE3X	HORAS DEMANDA REAL	HORAS SIN DEMANDA CE3X	HORAS SIN DEMANDA REAL	DURACIÓN TEMPORADA
CALEFACCION	1.504,60	1.398,58			
REFRIGERACION					
	HORAS DEMANDA REAL TOTALES	1.398,58	HORAS SIN DEMANDA TOTAL		
	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	3.298,00			
	HORAS DEMANDA CE3X TOTALES	3.548,00			
	%	0,93			

Los ventiladores son los equipos encargados del movimiento del aire por el edificio. El edificio no cuenta con unidades de tratamiento de aire, pero sí se consideran ventiladores los seis **unitermos** del salón de actos, los cuales tienen una **potencia eléctrica absorbida de 0,08 kW**.

El edificio cuenta además con 18 bombas de caudal variable situadas en la sala de calderas que se encargan de distribuir el agua caliente a las diferentes plantas del edificio, todas ellas del fabricante Baxi Roca, pero de 5 modelos distintos.

INVENTARIO DE BOMBAS DE CIRCULACIÓN		
MODELO	POTENCIA [W]	USO
Roca PC-1045	115-165-205	Salón de actos
Roca PC-1045	115-165-205	Salón de actos
Roca PC-1045	115-165-205	P2 Administración
Roca PC-1045	115-165-205	P2 Planta Administración
Roca PC-1045	115-165-205	P1 Planta Administración
Roca PC-1045	115-165-205	P1 Planta Administración
Roca PC-1045	115-165-205	PB Administración
Roca PC-1045	115-165-205	PB Administración
Roca MC-1430	Hasta 1430	P1 Docentes
Roca MC-1430	Hasta 1430	P1 Docentes
Roca MC-1230	Hasta 1230	PB Docentes
Roca MC-1230	Hasta 1230	PB Docentes
Roca MC-1430	Hasta 1430	SS Docentes
Roca MC-1430	Hasta 1430	SS Docentes
Roca PC-1055	110-150-190	Anticondensación Caldera 1
Roca PC-1055	110-150-190	Anticondensación Caldera 2
Roca MC-1120	Hasta 1120	Anticondensación Caldera 2 y 3
Roca MC-1120	Hasta 1120	Anticondensación Caldera 2 y 3

### 1.3.4. EQUIPOS DE ILUMINACIÓN

El edificio tiene casi 1800 luminarias contando con iluminación interior, exterior y de emergencia, y una potencia instalada total de más de 110 kW. El programa CE3X solo tiene en cuenta la potencia instalada en los espacios habitables. Hay un total de 21 modelos distintos de luminarias sin contar las diferentes luces de emergencia.

INVENTARIO DE ILUMINACIÓN			
MODELO	UNIDADES	POTENCIA UNITARIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]
Lámpara fluorescente Standard OD-5524	413	112	46.256
Lámpara OD- 3153	246	72	17.712
Lámpara Staff 770383	221	36	7.956
Lámpara fluorescente Standard OD-5530	122	58	7.076
Lámpara estanca OD- 8550	75	36	2.700
Regleta OD- 5500	74	36	2.664
Lámpara OD - 3433	71	72	5.112
Hublot Estanco BEGA 2858	50	-	-
NLK 770/160	43	-	-
Lámpara OD - 1145	36	400	14.400
Lámpara OD- 3151	29	72	2.088
Lámpara Staff 770381	28	36	1.008
Lámpara Staff 710589 TCD en carril	17	36	612
Lámpara OD - 3884	14	116	1.624
Luminaria de balizamiento BEGA 8482	14	-	-
Lámpara Bega 6035	10	150	1.500
Lámpara OD-3133	6	36	216
Lámpara Staff 770295	6	100	600
Lámpara Staff 770258	5	250	1.250
Bañador de tubo para empotrar BEGA 2822	4	-	-
Pantalla antideflagrante	2	100	200
<b>TOTALES</b>	1.486		112.974
+ Luces de emergencia	282		

Al desconocer las iluminancias medias horizontales de las luminarias, éstas se han clasificado según las zonas que el programa CE3X asocia a un valor de iluminancia por defecto.

ZONA	ÁREA [m2]	POTENCIA INSTALADA [W]
Administrativo en general	2.057,01	22.910
Laboratorios y aulas	4.934,25	51.046
Almacenes, salas técnicas	419,80	2.592
Zonas comunes	2.399,92	22.328
Otros	1.592,30	13.270
ENH	-	828



## 2. EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE

### 2.1. INTRODUCCIÓN AL EDIFICIO Y FICHAS



Ilustración 11. Vista de las dos fachadas de acceso al edificio Xoana Capdevielle

El edificio Xoana Capdevielle perteneciente a la UDC es un edificio de uso docente que está situado en la entrada del Campus Elviña en la ciudad de A Coruña. Cuenta con una amplia zona de estudio para los universitarios, servicio de biblioteca, servicio de informática y zonas de archivo. En él también se encuentran las instalaciones del

Vicerrectorado de Infraestructuras y Gestión Ambiental de la UDC, así como el servicio de Arquitectura, Urbanismo y Equipamientos de la misma universidad. Además, cuenta con aulas en las que se imparten algunos cursos que organiza la universidad.

Fue construido en el año 2006 y es un edificio aislado con una superficie construida superior a los 6.000 m<sup>2</sup>. En su superficie se diferencian un total de casi 100 estancias divididas en 4 alturas y un sótano.

En el edificio se distinguen dos bloques bien diferenciados. Está situado en un terreno en pendiente por lo que algunas zonas a la misma cota puedan estar en contacto con el terreno o al aire libre. Cuenta con amplias entradas de luz natural tanto a través de las cubiertas como de las fachadas. Las cubiertas son planas y en los muros de fachada predomina el hormigón y los muros cortina, así como la chapa perforada.

En uno de los bloques se desarrolla el aula de estudio y bajo ésta se encuentra el sótano de almacén y archivo. El aula de estudio es un espacio diáfano de una gran altura, desarrollado todo él en planta baja. Las mesas y sillas de estudio se desarrollan en dos alturas bien diferenciadas de las zonas de tránsito, pero con un techo común que coincide con la cubierta de la zona. A esta zona se accede a través del otro bloque, y además cuenta con unas escaleras de emergencia que dan salida a una cubierta transitable a la misma cota que la de la carretera. En cuanto al sótano, se sitúa bajo la zona de mesas y sillas aprovechando la altura diferenciada de ésta. A él se accede desde el bloque mismo o desde el exterior por un acceso en la fachada noroeste.

El otro bloque tiene dos accesos principales, uno en fachada noroeste y otro en fachada noreste, más usado como acceso al aula de estudios. Se desarrolla en un total de 4 plantas. La entrada noroeste está cubierta pero expuesta al ambiente exterior. En este bloque se encuentran los servicios administrativos previamente mencionados, con sus respectivos despachos y salas de reunión. Además en él se sitúan la biblioteca, zonas de archivo, cuartos de instalaciones, aulas, la conserjería y un patio interior. Tiene unas escaleras de emergencia en fachada sureste y un patio interior en planta primera.

El aula de estudio cuenta con 1.122 puestos de lectura, a lo que hay que sumarle la ocupación de los diversos despachos, los empleados de la biblioteca y el servicio de informática y los alumnos que se acercan a hacer uso de sus servicios. En total un edificio que rindiendo al 100% de ocupación ronda las 1500 personas.



Ilustración 12. Situación del edificio Xoana Capdevielle



Ilustración 13. Vista aérea del edificio Xoana Capdevielle



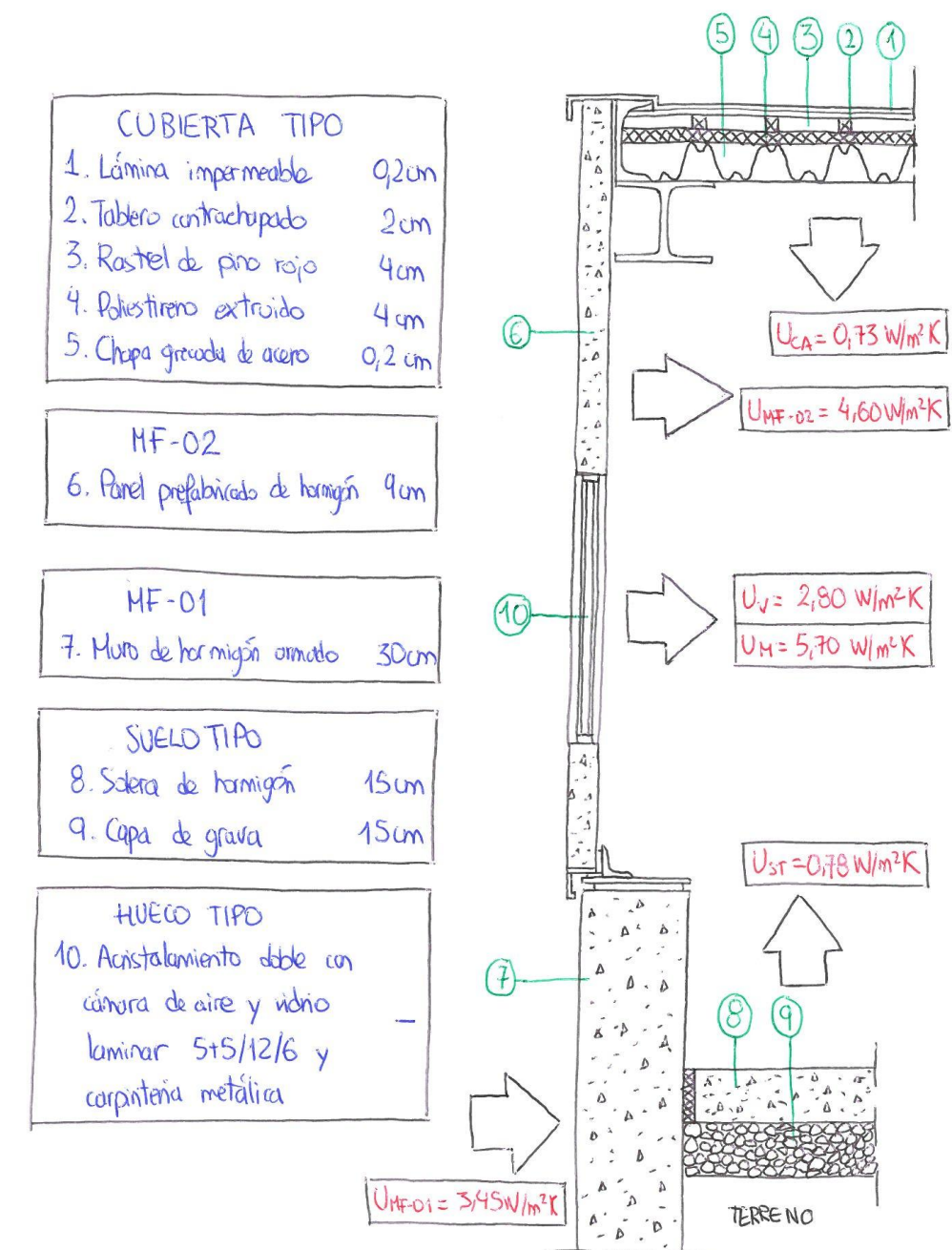
DATOS GENERALES		ENVOLVENTE TÉRMICA				INSTALACIONES			
DIRECCIÓN	As Carballeiras 1 - 15008 A Coruña	ELEMENTOS TIPO DE LA ENVOLVENTE				EQUIPOS GENERADORES DE ACS			
USO	Docente	CUBIERTA TIPO	Plana con forjado de chapa grecada y aislamiento						
ORIENTACIÓN	Noroeste	MURO TIPO	Muro cortina						
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	2006	SUELO TIPO	Contra el terreno sin aislamiento						
Nº DE PLANTAS HABITABLES	4	HUECOS TIPO	Doble acristalamiento con cámara de aire y vidrio laminar						
SUP. ÚTIL HABITABLE	3.905,71 m2	MEDICIONES DE LOS ELEMENTOS DE LA ENVOLVENTE				EQUIPOS GENERADORES DE CALEFACCIÓN			
SUP. ÚTIL ACONDICIONADA	3.092,72 m2	Cubiertas en contacto con el aire exterior (1)				Caldera estándar de Gasóleo C (CAL-01)			
ALTURA MEDIA PONDERADA	4,74 m	CA-01	CA-02	CA-03	CA-04	Scubierta= 49,06 %	Pnom.= 210,00 kW	Rnom.= 94,80 %	
PORCENTAJE DE HUECOS	19,82%	S= 1.610,64 m2	S= 305,54 m2	S= 301,03 m2	S= 326,44 m2	Bomba de calor (BC-01)			
DEMANDA DE ACS	0 l/día	U= 0,73 W/m2k	U= 1,38 W/m2k	U= 0,59 W/m2k	U= 0,72 W/m2k	Scubierta= 25,77 %	Pnom.= 155,00 kW	COP= 248,40 %	
POTENCIA DE ILUMINACIÓN INST.	52.689 W	Cubiertas en contacto con el aire exterior (2)				Bomba de calor (BC-02)			
<b>FOTOGRAFÍAS</b> 		CA-05	CA-06	CA-07	CA-08	Scubierta= 4,36 %	Pnom.= 69,00 kW	COP= 404,00 %	
		S= 52,14 m2	S= 6,92 m2	S= 109,94 m2	S= 48,60 m2				
		U= 0,65 W/m2k	U= 2,05 W/m2k	U= 1,06 W/m2k	U= 1,40 W/m2k				
		Cubiertas en contacto con el terreno		Muros de medianería		EQUIPOS GENERADORES DE REFRIGERACIÓN			
						Bomba de calor (BC-01)			
						Scubierta= 25,77 %	Pnom.= 140,00 kW	EER= 257,40 %	
						Bomba de calor (BC-02)			
						Scubierta= 4,36 %	Pnom.= 61,50 kW	EER= 362,00 %	
		MF-01	MF-02	MF-03					
		S= 268,51 m2	S= 398,04 m2	S= 1.671,52 m2					
		U= 3,45 W/m2k	U= 4,60 W/m2k	U= 1,80 W/m2k					
Muros de fachada				UTA-01		UTA-02	UTA-03		
				Q= 7.500 m3/h		Q= 5.500 m3/h	Q= 10.000 m3/h		
Muros en contacto con el terreno				VENTILADORES (1)					
				10 x Fancoil-01		4x Fancoil-02	3 x Fancoil-03	3 x Fancoil-04	
				Pabs.= 0,85 kW		Pabs.= 0,27 kW	Pabs.= 0,27 kW	Pabs.= 0,04 kW	
				1 x Fancoil-05		1 x Fancoil-06	UTA-01	UTA-02	
				Pabs.= 0,05 kW		Pabs.= 0,18 kW	Pabs.= 4,00 kW	Pabs.= 3,00 kW	
				VENTILADORES (2)		BOMBAS			
				UTA-03		2 x Caudal variable			
				Pabs.= 5,50 kW		Pnom.= 0,68 kW			
				TORRES DE REFRIGERACIÓN					
Particiones verticales en contacto con ENH (1)				CONTRIBUCIONES ENERGÉTICAS					
PV-01				PV-02	PV-03	PV-04			
S= 83,68 m2				S= 34,55 m2	S= 278,30 m2	S= 92,33 m2			
U= 0,78 W/m2k				U= 1,70 W/m2k	U= 0,78 W/m2k	U= 1,12 W/m2k			
Particiones verticales con ENH (2)				Particiones horizontales con ENH					
PV-05				PV-06	PI-01		OBSERVACIONES		
S= 14,03 m2				S= 21,98 m2	S= 1.391,34 m2		El bloque del aula de estudios tiene calefacción por suelo radiante		
U= 1,30 W/m2k				U= 0,64 W/m2k	U= 2,17 W/m2k				

FICHA Nº2. FUENTES DE LA TOMA DE DATOS: XOANA CAPDEVIELLE				
TIPO	FUENTE	FORMATO	DESCRIPCIÓN	INTRODUCCIÓN DE DATOS
PLANOS DE ARQUITECTURA. ESTADO ACTUAL : Plantas	D. Emilio Lema Caamaño ( Delineante del Servicio de Arquitectura, Urbanismo y Equipamientos de la UDC)	Electrónico (.dwg, .pdf)	Plantas a escala real de sótano, planta baja, planta primera, planta segunda, planta tercera y cubiertas	Definición de la envolvente y medición de sus elementos y sombras autoarrojadas
PLANOS DE ARQUITECTURA. ESTADO ACTUAL: Alzados exteriores	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.dwg)	Alzados a escala real de sus fachadas principales y una fachada interior	Definición de la envolvente y medición de sus elementos y sombras autoarrojadas
PLANOS DE ARQUITECTURA. ESTADO ACTUAL: Secciones	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.dwg)	2 longitudinales y 3 transversales	Definición de la envolvente y medición de sus elementos
PLANOS DE ARQUITECTURA. ESTADO ACTUAL: Cuadros de superficies	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.dwg, .pdf)	Cuadros de superficies de sótano, planta baja, planta primera, planta segunda, planta tercera y cubiertas	Introducción de superficies y definición de zonas de iluminación
PLANOS DE INSTALACIONES. ESTADO ACTUAL: Climatización (sin fancoils P3)	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.dwg)	Plantas de climatización con marcas y modelos de fancoils	Búsqueda de datos a partir de modelo de los fancoils y cálculo de áreas acondicionadas
PLANOS DE INSTALACIONES. ESTADO ACTUAL: Fancoils P3	D. Félix Vázquez Delgado (Técnico especial de mantenimientos del Servicio de Arquitectura, Urbanismo y Equipamientos de la UDC)	Electrónico (.dwg)	Planta de climatización con marcas y modelos de fancoils de la planta tercera	Búsqueda de datos a partir de modelo de los fancoils y cálculo de áreas acondicionadas
PLANOS DE INSTALACIONES. ESTADO INICIAL DE PROYECTO: Iluminación	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.dwg)	Plantas de iluminación con cuadro de modelos de luminarias y potencias	Potencias instaladas según zona
DATOS DE INSTALACIONES: Inventario	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.docx)	Inventario de instalaciones de la sala de calderas del aula de estudio	Búsqueda de datos a partir de modelos de bombas
DATOS DE INSTALACIONES: Boletín de reconocimiento	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.xlsx)	Boletín de reconocimiento de sala de calderas que abastece al aula de estudio con potencias y rendimientos de la caldera	Introducción de datos de la caldera estándar
REPORTAJE FOTOGRÁFICO (1)	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.jpg)	Fotografías de sala de calderas del aula de estudios	Imágenes del trabajo
MEMORIAS INICIAL Y MODIFICADA DEL PROYECTO	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.docx)	Memorias escritas describiendo el proyecto	Resolución de dudas
DETALLES CONSTRUCTIVOS	D. Emilio Lema Caamaño	Electrónico (.dwg)	35 detalles constructivos de las secciones del edificio	Materiales y espesores de los cerramientos, particiones y huecos
REPORTAJE FOTOGRÁFICO (2)	Petición escrita a D. Juan M. Díaz Villoslada (Gerente de la UDC)	Visita al edificio	Toma de fotografías de zonas exteriores y zonas comunes interiores	Imágenes del trabajo
CONSULTAS VISUALES	-	Visita al edificio	Reconocimiento visual del edificio y sus instalaciones	Resolución de dudas
VISITA A LOS CUARTOS DE INSTALACIONES DEL EDIFICIO	D. Félix Vázquez Delgado	Visita a los cuartos de instalaciones con fotografías y toma de datos	Visualización de etiquetas de los equipos de climatización para obtener marcas, modelos, potencias, rendimientos y caudales	Introducción de datos de los equipos primarios de climatización y de las unidades de tratamiento de aire
HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	Web de la UDC	TIC ( <a href="http://www.udc.es/gobierno/equipo_reitoral/vice_estudiantes_deporte_e_cultura/aulas_estudio/horarios/">http://www.udc.es/gobierno/equipo_reitoral/vice_estudiantes_deporte_e_cultura/aulas_estudio/horarios/</a> )	Horarios de funcionamiento del edificio según época del año	Perfil de uso y horas de funcionamiento de bombas y ventiladores
DATOS DE CATASTRO	Sede electrónica de Catastro	TIC ( <a href="https://www1.sedecatastro.gob.es">https://www1.sedecatastro.gob.es</a> )	Referencia de catastro	Datos administrativos
REPORTAJE FOTOGRÁFICO (3)	Google Inc.	TIC ( <a href="https://maps.google.es">https://maps.google.es</a> )	Fotografías aéreas	Imágenes del trabajo
CATÁLOGOS DE EQUIPAMIENTOS	Varias empresas	TIC (varias webs, consultar bibliografía)	Consulta de catálogos de las bombas y fancoils, así como de la bomba de calor que abastece a la planta tercera	Introducción de datos de las bombas y ventiladores y del rendimiento de una de las bombas de calor

FICHA Nº3. ENCUESTA A LOS USUARIOS DEL EDIFICIO: EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE				
PREGUNTA 1 : En general, ¿se encuentra cómodo en el edificio?				
Sí	Más o menos	No		
11,1%	72,2%	16,7%		
PREGUNTA 2: Valore la sensación térmica				
Muy buena	Agradable	Mejorable	Muy mala	
0,0%	0,0%	66,7%	33,3%	
PREGUNTA 3: Defina la temperatura				
Muy alta	Alta	Normal	Baja	Muy baja
22,2%	33,3%	11,1%	27,8%	5,6%
PREGUNTA 4: En verano, le gustaría que la temperatura del recinto...				
Aumentara	Se mantuviera	Disminuyera		
0,0%	0,0%	100,0%		
PREGUNTA 5: Valore la calidad del aire				
Muy buena	Agradable	Mejorable	Mala	
0,0%	16,7%	77,7%	5,6%	
PREGUNTA 6: Defina la intensidad del olor				
Sin olor	Olor débil	Olor fuerte		
16,7%	66,6%	16,7%		
PREGUNTA 7: Defina el aire				
Viciado	Cargado	Normal	Fresco	Demasiado seco
11,1%	44,4%	16,7%	22,2%	5,6%
PREGUNTA 8: ¿Siente corrientes de aire?				
No	Sí, leves	Sí, molestas		
55,5%	27,8%	16,7%		
PREGUNTA 9: Normalmente, la actividad que realiza en el edificio le...				
Resulta normal	Relaja	Estresa		
44,4%	0,0%	55,6%		
PREGUNTA 10: Indique si sufre alguno de estos síntomas al permanecer durante muchas horas en el edificio				
Irritación de ojos	Sequedad de garganta	Dolor de cabeza	Tos	Fatiga
11,1%	38,9%	50,0%	0,0%	33,3%
PREGUNTA 11: En caso de respuesta afirmativa a la pregunta 10, al abandonar el lugar...				
Mejoran	Remiten algo	Persisten		
53,3%	46,7%	0,0%		
PREGUNTA 12: Defina la incidencia del sol				
El sol apenas entra	Es la adecuada	Incide demasiado		
11,1%	16,7%	72,2%		

## 2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ENVOLVENTE

### 2.2.1. DETALLE CONSTRUCTIVO CROQUIZADO DE LA ENVOLVENTE TIPO



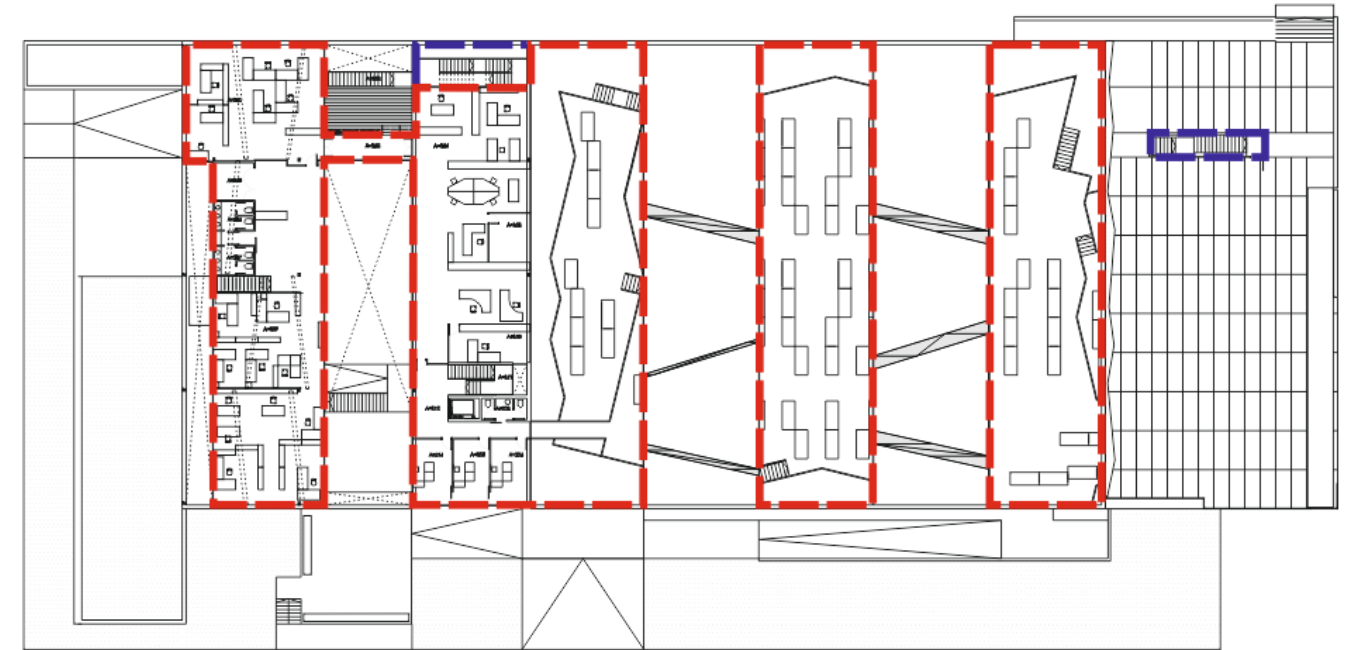


## 2.2.2. CROQUIS DE LA ENVOLVENTE SOBRE PLANTAS

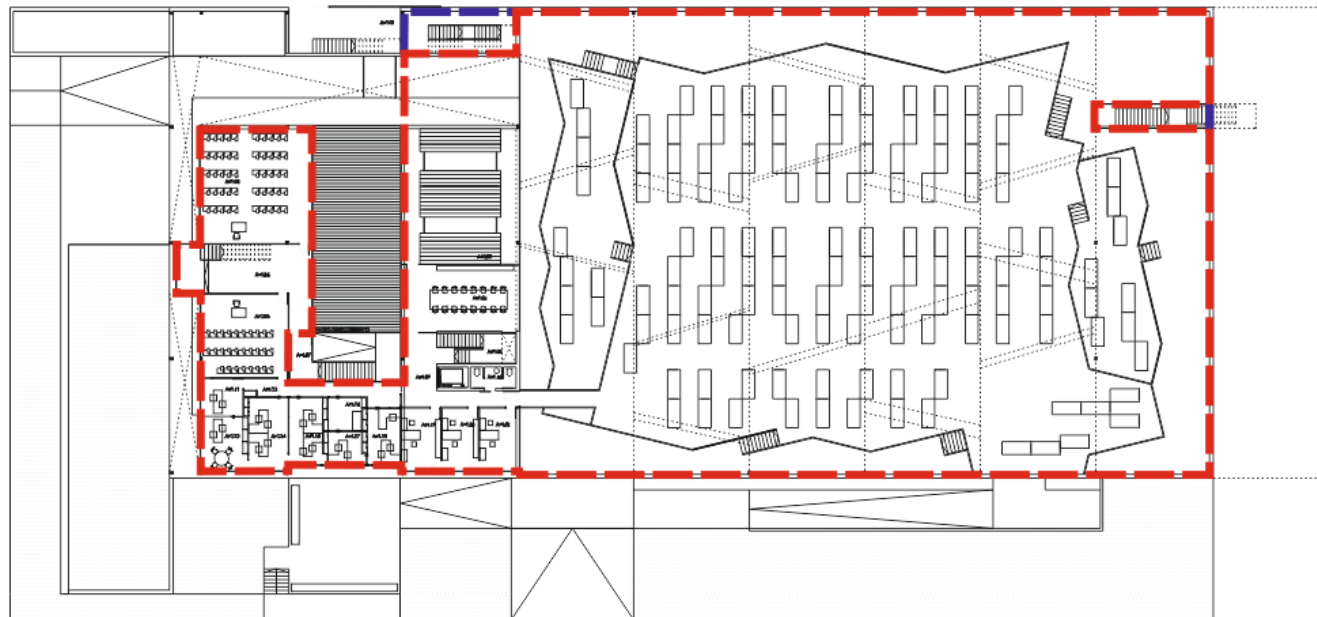
PLANTA BAJA



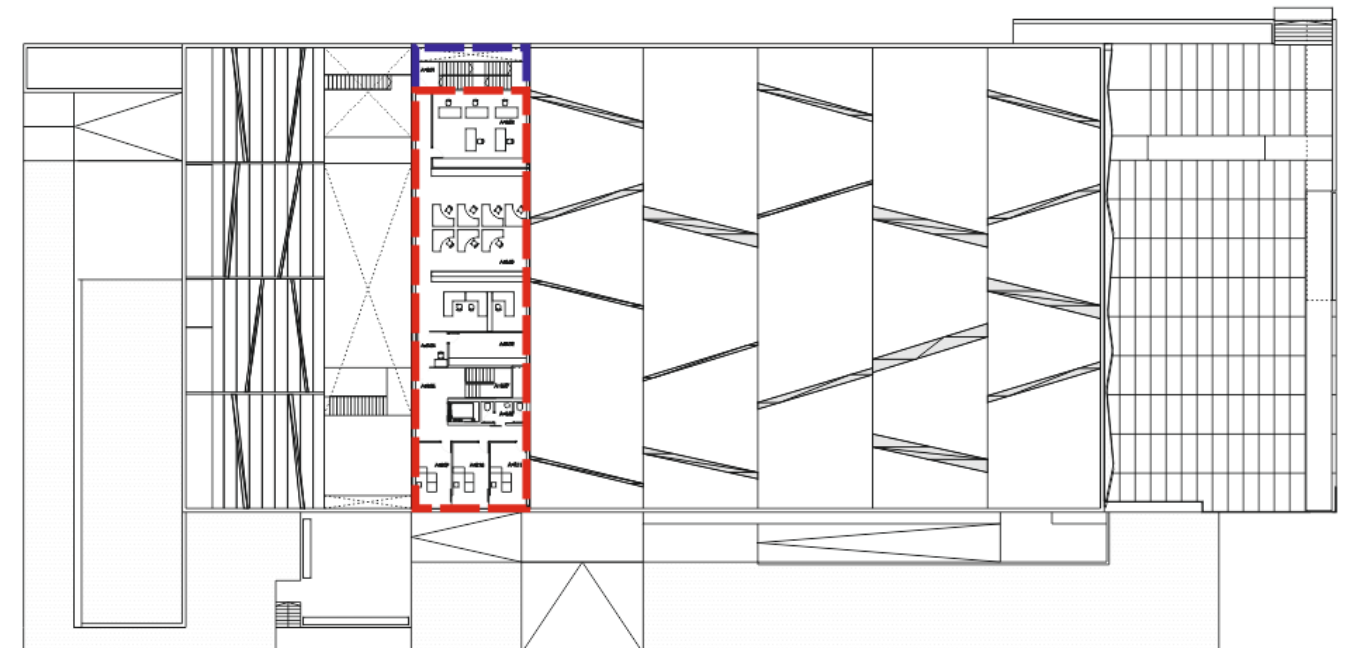
PLANTA SEGUNDA



PLANTA PRIMERA



PLANTA TERCERA



--- LÍNEA DE LA ENVOLVENTE  
--- ESPACIO NO HABITABLE



### 2.2.3. COMPACIDAD

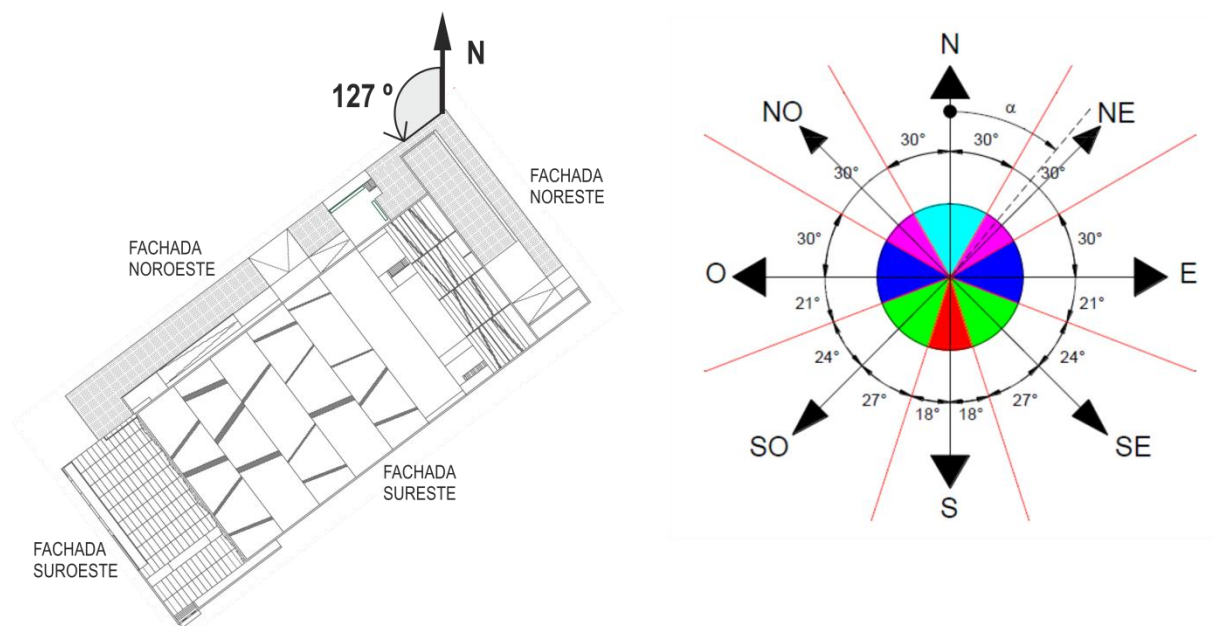
Los cálculos de las superficies que componen la envolvente y del volumen de ésta se desarrollan en mayor profundidad en capítulos posteriores. La compacidad es mayor a 2 metros lineales.

CÁLCULO DE LA COMPACIDAD	
CERRAMIENTOS Y PARTICIONES	SUPERFICIE [m2]
CUBIERTA EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR	2.761,25
MUROS DE FACHADA	2.338,07
MUROS CONTRA EL TERRENO	416,36
SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE	94,44
SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	1.212,26
PARTICIONES VERTICALES EN CONTACTO CON ENH	524,87
PARTICIONES HORIZONTALES EN CONTACTO CON ENH INFERIOR	1.391,34
<b>SUPERFICIE TOTAL DE LA ENVOLVENTE [m2]</b>	8.738,59
<b>VOLUMEN TOTAL DE LA ENVOLVENTE [m3]</b>	18.536,98
<b>COMPACIDAD [m]</b>	2,12

#### 2.2.4. REGIÓN CLIMÁTICA

El edificio está situado en la ciudad de A Coruña, y por lo tanto en la región climática C1. Esto quiere decir que, en comparación al clima del país, su severidad en invierno es media mientras que en verano es muy baja.

### 2.2.5. ORIENTACIÓN



**Ilustración 14. Cálculo de orientación del edificio Xoana Capdevielle por el procedimiento CE3X**

## 2.2.6. DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS Y PARTICIONES DE LA ENVOLVENTE

En el edificio Xoana Capdevielle, como en la gran parte de los edificios aislados, predominan las cubiertas en contacto con el aire exterior, los muros de fachada y los suelos contra el terreno, siendo casi el 90% de la envolvente. Además, carece de cubiertas enterradas, muros de medianera y particiones horizontales en contacto con espacios habitables superiores.

ELEMENTO DE LA ENVOLVENTE	PORCENTAJE TOTAL DE LA ENVOLVENTE	TRANSMITANCIA MEDIA PONDERADA [W/m2k]
MUROS CONTRA EL TERRENO	4,76%	2,00
PARTICIONES HORIZONTALES INFERIORES CON ENH	15,92%	2,17
PARTICIONES VERTICALES CON ENH	6,01%	0,91
SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR	1,08%	2,10
MUROS DE FACHADA	26,76%	2,47
CUBIERTAS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR	31,60%	0,81
SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	13,87%	0,78

### CUBIERTAS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

Referencia	CA-01	Referencia	CA-02
Transmitancia [W/m2k]	0,73	Transmitancia [W/m2k]	1,38
Superficie total [m2]	1.610,64	Superficie total [m2]	305,54
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
Lámina impermeable autoprotegida	0,20	Prefabricado de hormigón H-25	10,00
Tablero contrachapado hidrófugo	2,00	Piezas de apoyo de hormigón 10x8	10,00
Rastrel pino rojo tratado	4,00	Capa de mortero fratasado	1,00
Poliestireno extrusionado	4,00	Lámina impermeable autoprotegida	0,40
Chapa grecada acero galvanizado	0,20	Capa de compresión con mallazo	5,00
		Losa alveolar pretensada	20,00
		Falso techo	14,30
		Panel cartón yeso	2,00

Referencia	CA-03	Referencia	CA-04
Transmitancia [W/m2k]	0,59	Transmitancia [W/m2k]	0,72
Superficie total [m2]	301,03	Superficie total [m2]	326,44
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
Chapa de cinc	0,20	Lámina impermeable autoprotegida	0,30
Tablero contrachapado hidrófugo	2,00	Tablero contrachapado hidrófugo	1,00
Rastrel pino rojo 60x30 mm	6,00	Poliestireno extrusionado	4,00
Poliestireno extrusionado	4,00	Tablero contrachapado hidrófugo	1,00
Capa de compresión con mallazo	5,00	Chapa grecada acero galvanizado	0,20
Losa alveolar pretensada	20,00	Falso techo	15,00
Falso techo	26,50	Panel cartón yeso	2,00
Panel cartón yeso	2,00		

Referencia	CA-05	Referencia	CA-06
Transmitancia [W/m2k]	0,65	Transmitancia [W/m2k]	2,05
Superficie total [m2]	52,14	Superficie total [m2]	6,92
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
Lámina impermeable autoprotegida	0,20	Chapa de acero inoxidable	0,30
Tablero contrachapado hidrófugo	2,00	Tablero contrachapado hidrófugo	1,50
Rastrel pino rojo 60x30 mm	6,00	Falso techo	10,00
Poliestireno extrusionado	4,00	Panel cartón yeso	2,00
Capa de compresión con mallazo	5,00		
Losa alveolar pretensada de hormigón	20,00		

Referencia	CA-07	Referencia	CA-08
Transmitancia [W/m2k]	1,06	Transmitancia [W/m2k]	1,40
Superficie total [m2]	109,94	Superficie total [m2]	48,60
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
Pavimento de madera de pino oregón	2,00	No se conoce la composición de la cubierta. Se define por defecto en CE3X	
Rastrel de pino rojo 35x35 mm	3,50		
Tablero contrachapado hidrófugo	3,00		
Lámina impermeable autoprotegida	0,10		
Capa de compresión con mallazo	5,00		
Losa alveolar pretensada de hormigón	20,00		
Falso techo	26,50		
Panel cartón yeso resistente intemperie	2,00		

## MUROS DE FACHADA

Referencia	MF-01	Referencia	MF-02
Transmitancia [W/m2k]	3,45	Transmitancia [W/m2k]	4,60
Superficie total [m2]	268,51	Superficie total [m2]	398,04
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
Muro de hormigón armado	30,00	Panel prefabricado de hormigón	9,00

Referencia	MF-03
Transmitancia [W/m2k]	1,80
Superficie total [m2]	1.671,52
Materiales	Espesores [cm]
Esta es la superficie ocupada por los muros cortina. Algunas zonas tienen cerramiento opaco, del que se desconoce su composición. Por ello se define su transmitancia por defecto	

## MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO

Referencia	MT-01
Transmitancia [W/m2k]	2,00
Superficie total [m2]	416,36
Materiales	Espesores [cm]
Muro de hormigón armado	30,00
Los muros en contacto con el terreno no se definen en CE3X por su composición, sino que su transmitancia depende de la profundidad enterrada. Debido a la gran variación de altura de los muros contra el terreno de este edificio, se define su transmitancia por defecto	

## SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

Referencia	SA-01	Referencia	SA-02
Transmitancia [W/m2k]	2,44	Transmitancia [W/m2k]	1,69
Superficie total [m2]	6,92	Superficie total [m2]	38,59
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
Bandeja de acero galvanizado	0,40	Terrazo in situ	3,00
Losa de escalera	30,00	Mortero de nivelación	4,00
Panel de cartón yeso intemperie	2,00	Capa de compresión con mallazo	5,00
		Losa alveolar pretensada	20,00
		Falso techo	26,50
		Panel de cartón yeso intemperie	2,00

Referencia	SA-03
Transmitancia [W/m2k]	2,37
Superficie total [m2]	48,93
Materiales	Espesores [cm]
Terrazo in situ	3,00
Mortero de nivelación	4,00
Capa de compresión con mallazo	5,00
Losa alveolar pretensada	20,00

SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

Referencia	ST-01
Transmitancia [W/m2k]	0,78
Superficie total [m2]	1.212,26
Materiales	Espesores [cm]
Acabado (dependiendo de la zona)	-
Solera de hormigón H-25	15,00
Capa de grava	15,00
En el programa CE3X los suelos en contacto con el terreno no se pueden definir por composición conocida. En su lugar, la transmitancia se estima a partir del perímetro y de la presencia o no de aislamiento	

PARTICIONES HORIZONTALES EN CONTACTO CON ESPACIO NO HABITABLE INFERIOR

Referencia	PI-01
Transmitancia [W/m2k]	2,17
Superficie total [m2]	1.391,34
Materiales	Espesores [cm]
No se conoce su composición, por lo que se define por defecto	

PARTICIONES VERTICALES EN CONTACTO CON ESPACIO NO HABITABLE

Referencia	PV-01	Referencia	PV-02
Transmitancia [W/m2k]	0,78	Transmitancia [W/m2k]	1,70
Superficie total [m2]	83,68	Superficie total [m2]	34,55
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
En ninguno de los casos se conoce la composición tanto de la partición como del cerramiento. Por ello se define por propiedades estimadas en función de la superficie del cerramiento, la ventilación y la presencia de aislamiento si se conoce			

Referencia	PV-03	Referencia	PV-04
Transmitancia [W/m2k]	0,78	Transmitancia [W/m2k]	1,12
Superficie total [m2]	278,30	Superficie total [m2]	92,33
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
En ninguno de los casos se conoce la composición tanto de la partición como del cerramiento. Por ello se define por propiedades estimadas en función de la superficie del cerramiento, la ventilación y la presencia de aislamiento si se conoce			

Referencia	PV-05	Referencia	PV-06
Transmitancia [W/m2k]	1,30	Transmitancia [W/m2k]	0,64
Superficie total [m2]	14,03	Superficie total [m2]	21,98
Materiales	Espesores [cm]	Materiales	Espesores [cm]
En ninguno de los casos se conoce la composición tanto de la partición como del cerramiento. Por ello se define por propiedades estimadas en función de la superficie del cerramiento, la ventilación y la presencia de aislamiento si se conoce			

2.2.7. HUECOS: PUERTAS, VENTANAS Y LUCERNARIOS

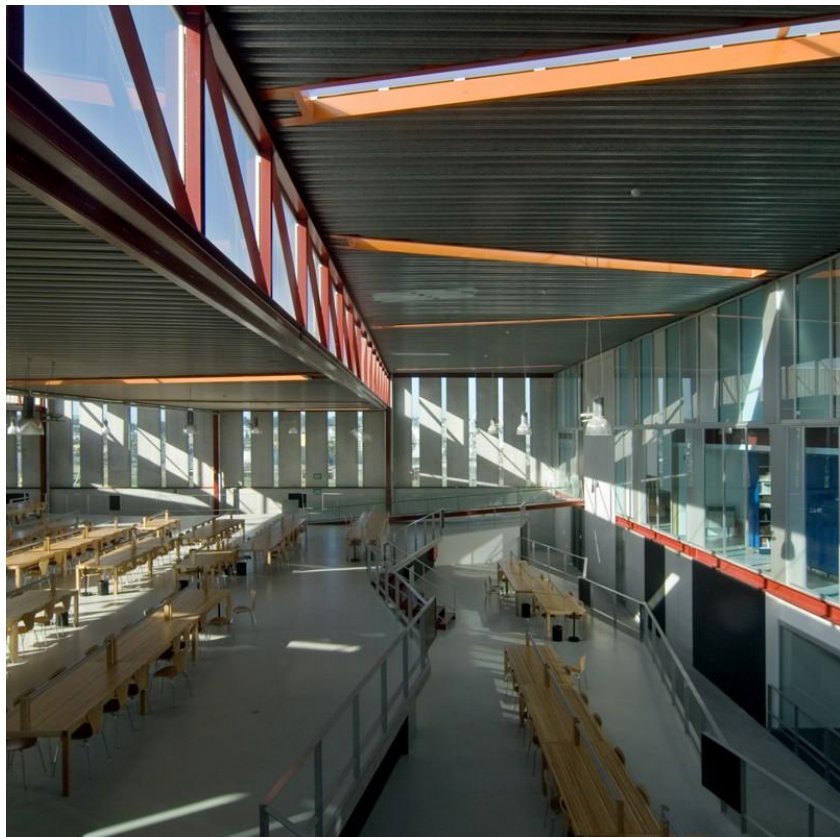


Ilustración 15. Vista general de los huecos del aula de estudios

aireadores independientes en algunas fachadas formadas por muro cortina.

En torno al 90% de la superficie de huecos de la envolvente pertenece a ventanas, dividiéndose el resto en lucernarios, puertas y los ya mencionados aireadores.

La transmitancia de los huecos tiene un inmenso peso en la demanda energética del edificio, ya que el 70% de la superficie de muros de fachada está formada por huecos. Aunque los cambios de altura de las cubiertas permiten un gran aprovechamiento de la luz del sol, los lucernarios solamente son responsables del 4% de la superficie de las cubiertas. En total, los huecos suponen el 35% de la superficie de los cerramientos de la envolvente en contacto con el aire exterior, y un 20% de la superficie de la envolvente total.

Los huecos adquieren una gran importancia en la envolvente del edificio Xoana Capdevielle. La mayor parte de sus muros de fachada son muros cortina y apenas existen estancias dentro del edificio que no tengan un buen aporte de luz natural.

Recibe luz en todas sus fachadas principales y además tiene un gran patio interior por donde también se cuela el sol penetrando los muros cortina que allí se sitúan. También destaca que incluso las particiones que separan el bloque del aula de estudios del resto son totalmente vidriadas, por lo que la luz que recibe el aula de estudios también se transmite al otro bloque.

Más de la mitad de los vidrios presentes en el edificio son de doble acristalamiento con cámara de aire, combinando vidrios sencillos con laminados en sus caras. También hay un número importante de acristalamientos formados solamente por vidrio laminar. Las carpinterías son metálicas. Destaca la presencia de

ACRISTALAMIENTO DE LOS HUECOS						
	Tipo de acristalamiento	Dimensiones [mm]	Transmitancia [W/m2k]	Factor solar	Superficie [m2]	% Huecos totales
VENTANAS	Doble con cámara de aire y vidrio laminar en una o dos caras	5+5/12/6 o 5+5/12/4+4	2,80	0,73	1.016,48	56,72%
	Laminar	10+10	5,20	0,70	89,55	5,00%
	Laminar	5+5	5,50	0,75	500,26	27,92%
AIREADORES	Definidos como 100% marco	-	-	-	40,09	2,24%
PUERTAS	Doble con cámara de aire y vidrio laminar en una o dos caras	5+5/12/6 o 5+5/12/4+4	2,80	0,73	31,12	1,74%
LUCERNARIOS	Laminar	5+5	6,60	0,75	114,55	6,39%
SUPERFICIE TOTAL DE LOS HUECOS [m2]					1.792,05	100,00%

CARPINTERÍA DE LOS HUECOS						
	Tipo de carpintería	Absortividad del marco	Transmitancia [W/m2k]	Permeabilidad [m3/hm2]	Superficie [m2]	% Huecos totales
TODOS (Lucernarios sin marco)	Metálico color gris	0,65	5,70	100,00	1.483,89	82,80%
	Metálico color rojo	0,80	5,70	100,00	308,16	17,20%

HUECOS EN CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR				
Tipología	Orientación	Superficie de cerramientos [m2]	Superficie de huecos [m2]	% huecos
MUROS DE FACHADA	NO	669,32	279,30	41,73%
	SO	659,33	581,98	88,27%
	SE	266,34	116,00	43,55%
	NE	743,08	700,22	94,23%
CUBIERTAS AL EXTERIOR	Horizontal	2.761,25	114,55	4,15%
	NO	0,00	0,00	-
	SO	0,00	0,00	-
	SE	0,00	0,00	-
	NE	0,00	0,00	-
TOTAL MUROS DE FACHADA		2.338,07	1.677,50	71,75%
TOTAL CUBIERTAS AL EXTERIOR		2.761,25	114,55	4,15%
TOTAL MF+CA		5.099,32	1.792,05	35,14%
ENVOLVENTE TOTAL		8.738,59	1.792,05	20,51%



2.2.8. PUENTES TÉRMICOS

Las características del edificio hacen que carezca de puentes térmicos de pilares ya que están totalmente desconectados de las fachadas. Tampoco tiene puentes térmicos de caja de persiana, al carecer de ésta. Aún así, los puentes térmicos totales suman un total de 4656 metros lineales.

Los puentes térmicos se han definido a partir de los detalles constructivos buscando la mayor semejanza posible con los puentes térmicos que incorpora el programa CE3X. Por su parte para los puentes térmicos de contorno de huecos se ha seleccionado el valor por defecto (0,55 W/mk) y su longitud total es de 3.505 metros.

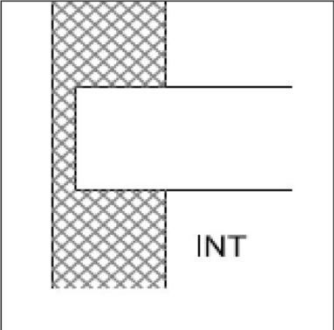
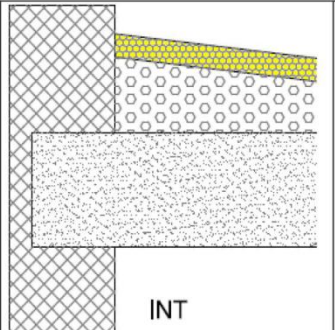
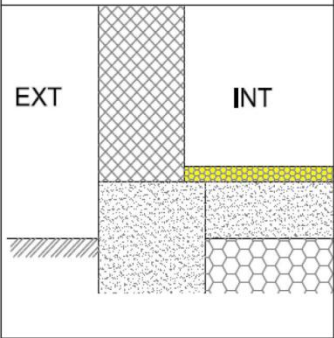
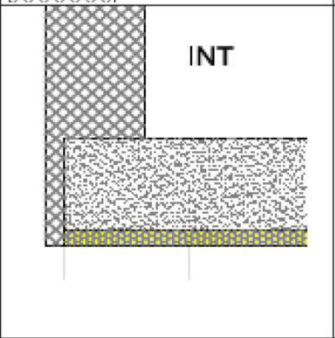
	<p>PT Fachada-Forjado. Fachada de una hoja sin aislamiento. Frente forjado chapado.</p> <p><b>Valor= 0.93 W/mk</b> <b>Long. total= 266 m</b></p>		<p>PT Fachada-Cubierta. Fachada una hoja sin aislamiento. Frente de forjado chapado y cubierta sin ventilar.</p> <p><b>Valor= 0.73 W/mk</b> <b>Long. total= 634 m</b></p>
	<p>PT Fachada-Solera. Fachada de una hoja sin aislamiento. Solera enrasada con la cara exterior de a fachada.</p> <p><b>Valor= 0.43 W/mk</b> <b>Long. total= 192 m</b></p>		<p>PT Fachada-Suelo al exterior. Fachada de una hoja sin aislamiento. Frente forjado chapado y suelo aislado al exterior</p> <p><b>Valor= 0,66 W/mk</b> <b>Long. total= 58 m</b></p>

Ilustración 16. Cuadro resumen de los puentes térmicos de Xoana Capdevielle

2.2.9. SOMBRAS

Los edificios colindantes a Xoana Capdevielle o están muy lejos o son muy bajos, por lo que no recibe sombras de terceros.

Por lo tanto, todas las sombras serán propias, y entre ellas hay que tener en cuenta:

- ❖ Retranqueos en la fachada. El edificio tiene innumerables retranqueos en el bloque principal, que arrojarán sombras, así como un gran patio central.
- ❖ Fachadas a diferente altura. La coronación de la cubierta no está a una cota constante, lo que hace que esas diferencias de altura arrojen sombra sobre la cubierta.
- ❖ Estructuras exteriores. En la fachada suroeste el edificio tiene un patio exterior con cota igual al nivel de la carretera con muchos elementos que pueden arrojar sombra al edificio. Así mismo en las fachadas noroeste y noreste del bloque principal el edificio cuenta con un cerramiento estructural cubierta con chapa perforada que no forma parte de la envolvente, pero que da sombra a sus cerramientos.
- ❖ Elementos de sombra de ventanas. Muy especial atención requiere en este edificio la chapa perforada exterior presente en muchos de los huecos.



Ilustración 17. Chapa perforada que da sombra a los huecos de Xoana Capdevielle

## 2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 2.3.1. MEDICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS INTERIORES

ZONA	TIPO	SUPERFICIE [m2]	ALTURA [m]	VOLUMEN [m3]	ENVOLVENTE	TIPO DE ESPACIO
PLANTA SÓTANO						
-1.01	Archivo	144,83	2,05	296,90	NO	
-1.02	Cuarto de instalaciones	7,53	2,05	15,44	NO	
-1.03	Archivo	86,62	2,05	177,57	NO	
-1.04	Almacén	14,21	2,05	29,13	NO	
-1.05	Archivo	208,80	2,05	428,04	NO	
-1.06	Pasillo	23,31	2,05	47,79	NO	
-1.07	Almacén	33,98	2,05	69,66	NO	
-1.08	Almacén	16,06	2,05	32,92	NO	
-1.09	Almacén	264,44	2,05	542,10	NO	
-1.10	Cuarto de instalaciones	19,06	2,05	39,07	NO	
-1.11	Archivo	81,37	2,05	166,81	NO	
ZONA	TIPO	SUPERFICIE [m2]	ALTURA [m]	VOLUMEN [m3]	ENVOLVENTE	TIPO DE ESPACIO
PLANTA BAJA						
+0.01	Instalaciones de cuadros eléctricos	38,94	2,99	116,43	NO	
+0.02	Instalaciones	28,78	6,29	181,03	NO	
+0.03	Instalaciones generadores	12,94	2,99	38,69	NO	
+0.04	Instalaciones de cuadros eléctricos	13,22	2,99	39,53	NO	
+0.05	Instalaciones cuarto de calderas	10,83	2,99	32,38	NO	
+0.06	Instalaciones sala de máquinas	19,02	2,99	56,87	NO	
+0.07	Aula de estudio	1.916,18	6,69	12.819,24	Sí	Acondicionado
+0.08	Pasillo	114,52	-	-	NO	
+0.09	Técnico de equipamientos y almacenes	16,44	2,71	44,55	Sí	Acondicionado
+0.10	Pasillo	42,66	2,71	115,61	Sí	No acondicionado
+0.11	Zona común	96,93	2,71	262,68	Sí	Acondicionado
+0.12	Sala	98,59	6,29	620,13	Sí	No acondicionado
+0.13	Escaleras	11,83	8,15	96,41	NO	
+0.14	Despacho	18,92	2,71	51,27	Sí	Acondicionado
+0.15	Aquitecto técnico	18,92	2,71	51,27	Sí	Acondicionado
+0.16	Corredor	50,64	2,71	137,23	Sí	No acondicionado
+0.17	Aseos	22,14	2,71	60,00	Sí	No acondicionado
+0.18	Técnico superior de mantenimiento	18,98	2,71	51,44	Sí	Acondicionado
+0.19	Almacén	16,83	2,71	45,61	Sí	No acondicionado
+0.20	Aseos	21,93	2,71	59,43	Sí	No acondicionado
+0.21	Despacho arquitecto	18,92	2,71	51,27	Sí	Acondicionado
+0.22	Almacén	16,14	2,71	43,74	Sí	No acondicionado
+0.23	Instalaciones de climatización	40,08	2,99	119,84	NO	
+0.24	Almacén	3,33	2,71	9,02	Sí	No acondicionado

+0.25	Almacén	3,33	2,71	9,02	Sí	No acondicionado
+0.26	Aseo	3,40	2,71	9,21	Sí	No acondicionado
+0.27	Almacén	7,21	2,71	19,54	Sí	No acondicionado
+0.28	Almacén	2,71	2,71	7,34	Sí	No acondicionado
+0.29	Pasillo	7,68	2,71	20,81	Sí	No acondicionado
+0.30	Sala de juntas	24,25	2,71	65,72	Sí	Acondicionado
+0.31	Almacén	5,92	2,71	16,04	Sí	No acondicionado
+0.32	Secretaría vicerrector	12,06	2,71	32,68	Sí	Acondicionado
+0.34	Ascensor	1,95	2,71	5,28	Sí	No acondicionado
+0.35	Aseos	5,79	2,71	15,69	Sí	No acondicionado
+0.36	Despacho vicerrector	24,61	2,71	66,69	Sí	Acondicionado
+0.37	Entrada-recibidor	86,60	-	-	NO	
+0.38	Conserjería	11,64	2,71	31,54	Sí	Acondicionado
+0.39	Sala	40,08	2,71	108,62	Sí	No acondicionado
+0.40	Almacén	40,08	2,71	108,62	Sí	No acondicionado
+0.41	Almacén	40,08	2,71	108,62	Sí	No acondicionado
ZONA	TIPO	SUPERFICIE [m2]	ALTURA [m]	VOLUMEN [m3]	ENVOLVENTE	TIPO DE ESPACIO
PLANTA PRIMERA						
+1.01	Salida de emergencia	62,84	-	-	NO	
+1.02	Aula	77,66	2,71	210,46	Sí	Acondicionado
+1.03	Archivo	96,80	2,71	262,33	Sí	Acondicionado
+1.04	Pasillo	30,18	2,71	81,79	Sí	Acondicionado
+1.05	Aula	44,30	2,71	120,05	Sí	Acondicionado
+1.06	Sala de juntas	24,25	2,71	65,72	Sí	No acondicionado
+1.07	Escaleras	96,80	-	-	NO	
+1.08	Escaleras	12,79	2,71	34,66	Sí	Acondicionado
+1.09	Pasillo	25,59	2,71	69,35	Sí	No acondicionado
+1.10	Aseos	5,81	2,71	15,75	Sí	No acondicionado
+1.11	Despacho	9,68	2,71	26,23	Sí	Acondicionado
+1.12	Pasillo	16,69	2,71	45,23	Sí	No acondicionado
+1.13	Despacho	15,03	2,71	40,73	Sí	Acondicionado
+1.14	Despacho	18,11	2,71	49,08	Sí	Acondicionado
+1.15	Despacho	14,64	2,71	39,67	Sí	Acondicionado
+1.16	Sala de la fotocopiadora	7,27	2,71	19,70	Sí	Acondicionado
+1.17	Despacho de administración	7,68	2,71	20,81	Sí	Acondicionado
+1.18	Administración	12,56	2,71	34,04	Sí	Acondicionado
+1.19	Jefatura de negociado	15,05	2,71	40,79	Sí	Acondicionado
+1.20	Dirección	13,87	2,71	37,59	Sí	Acondicionado
+1.21	Intercambio científico	13,87	2,71	37,59	Sí	Acondicionado
ZONA	TIPO	SUPERFICIE [m2]	ALTURA [m]	VOLUMEN [m3]	ENVOLVENTE	TIPO DE ESPACIO
PLANTA SEGUNDA						
+2.01	Servicio de biblioteca pública	98,77	2,61	257,79	Sí	Acondicionado
+2.02	Escaleras	7,74	-	-	NO	
+2.03	Pasillo	13,45	2,68	36,05	Sí	No acondicionado
+2.04	Área de trabajo	162,13	2,71	439,37	Sí	No acondicionado



+2.05	Almacén	9,01	2,61	23,52	Sí	Acondicionado
+2.06	Aseos	6,74	2,61	17,59	Sí	No acondicionado
+2.07	Aseos	6,74	2,61	17,59	Sí	No acondicionado
+2.08	Almacén	12,49	2,71	33,85	Sí	No acondicionado
+2.09	Servicio de informática y comunicaciones	143,16	2,61	373,65	Sí	Acondicionado
+2.10	Despacho	15,91	2,71	43,12	Sí	No acondicionado
+2.11	Escaleras	10,46	2,71	28,35	Sí	No acondicionado
+2.12	Pasillo	26,89	2,71	72,87	Sí	No acondicionado
+2.13	Aseos	5,81	2,71	15,75	Sí	No acondicionado
+2.14	Despacho de la biblioteca	13,87	2,71	37,59	Sí	Acondicionado
+2.15	Administración	13,87	2,71	37,59	Sí	Acondicionado
+2.16	Despacho	13,87	2,71	37,59	Sí	Acondicionado
ZONA	TIPO	SUPERFICIE [m2]	ALTURA [m]	VOLUMEN [m3]	ENVOLVENTE	TIPO DE ESPACIO
PLANTA TERCERA						
+3.01	Escaleras	29,87	9,31	278,09	NO	
+3.02	Dirección SiC	44,19	2,71	119,75	Sí	Acondicionado
+3.03	Servicio de informática y comunicaciones	126,03	2,71	341,54	Sí	No acondicionado
+3.04	Distribuidor	7,62	2,71	20,65	Sí	No acondicionado
+3.05	CEDAR sala de consulta	16,28	2,71	44,12	Sí	Acondicionado
+3.06	Pasillo	23,90	2,71	64,77	Sí	No acondicionado
+3.07	Escaleras	12,21	2,71	33,09	Sí	No acondicionado
+3.08	Aseos	5,81	2,71	15,75	Sí	No acondicionado
+3.09	Técnico de archivo	15,86	2,71	42,98	Sí	Acondicionado
+3.10	Técnico de archivo	14,64	2,71	39,67	Sí	Acondicionado
+3.11	Despacho	15,83	2,71	42,90	Sí	Acondicionado

La superficie se corresponde a superficies útiles de las estancias del edificio. Ha sido sustraída de cuadros de superficie incluidos en la documentación del proyecto. Las superficies que no pertenecen a la envolvente son espacios no habitables o en ocasiones zonas exteriores incluidas en los cuadros de superficies.

Las alturas son alturas libres (de la parte superior del suelo a la parte inferior del techo). Se han deducido de las secciones constructivas incluidas en los planos de proyecto, incluyendo falsos techos en las zonas así representadas.

Se han dividido los espacios en habitables y no habitables. Además se han clasificado los espacios en acondicionados o no acondicionados en función de si tienen algún equipo secundario de climatización o no (fancoils, rejillas de los conductos de tratamiento de aire, o suelo radiante).

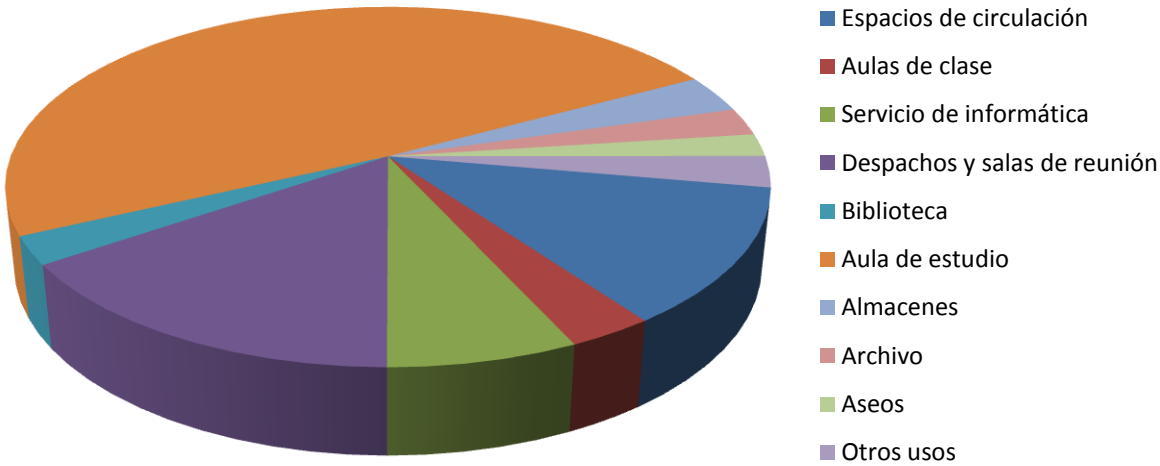
Las alturas libres varían mucho. Destaca la gran altura del aula de estudio que tendrá un gran peso en el cálculo de la altura media ponderada del edificio. La mayor parte de la superficie de la envolvente se desarrolla en planta baja debido a este aula. La cota de cubierta del aula de estudios está enrasada con la cota del techo de la segunda planta del otro bloque. Solamente algo menos del 70% de las estancias de la envolvente están acondicionadas.

Casi la mitad de la superficie útil dentro de la envolvente pertenece al aula de estudios. La suma de las superficies útiles de despachos, salas de reunión y espacios de circulación suponen casi el 30% de la superficie útil dentro de la envolvente. Por lo tanto, solo resta un 20% para espacios con usos de otro tipo.

SUPERFICIES EN PLANTA DE LA ENVOLVENTE [m2]	
Planta Sótano	0,00
Planta Baja	2.608,34
Planta Primera	461,83
Planta Segunda	553,17
Planta Tercera	282,37

VOLUMEN DE LA ENVOLVENTE [m3]	18.536,98
SUPERFICIE EN PLANTA DE LA ENVOLVENTE [m2]	3.905,71
SUPERFICIE ACONDICIONADA [m2]	2.979,64
SUPERFICIE NO ACONDICIONADA [m2]	926,07
PORCENTAJE DE SUPERFICIE NO ACONDICIONADA (%)	31,08%
VOLUMEN ACONDICIONADO [m3]	15.676,13
VOLUMEN NO ACONDICIONADO [m3]	2.860,85
PORCENTAJE DE VOLUMEN NO ACONDICIONADO (%)	18,25%
ALTURA MEDIA PONDERADA [m]	4,74

TIPO DE USO	SUPERFICIE [m2]	PORCENTAJE
Espacios de circulación	478,23	12,24%
Aulas de clase	121,96	3,12%
Servicio de informática	269,19	6,89%
Despachos y salas de reunión	603,82	15,46%
Biblioteca	98,77	2,53%
Aula de estudio	1.916,18	49,06%
Almacenes	131,98	3,38%
Archivo	96,80	2,48%
Aseos	79,07	2,02%
Otros usos	109,71	2,81%
SUPERFICIE TOTAL [m2]	3.905,71	100,00%



2.3.2. EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN

El edificio cuenta con tres grandes equipos de climatización, situados en tres salas de calderas distintas. Dos de ellas están situadas en planta baja junto a la entrada principal por la fachada noreste. Encima de una de estas salas de calderas se sitúa una tercera, en planta primera, zona a la que se accede a través de unas escaleras en planta tercera.

La primera de las calderas es una caldera estándar de gasóleo C modelo Wolf MK1-180, que se encarga de calefactar a través de un suelo radiante todo el bloque del aula de estudios. Este aula carece de instalaciones de refrigeración.

El otro equipo principal de climatización es una bomba de calor Aermec que cubre demandas tanto de refrigeración como de calefacción a través de la mayor parte de los fancoils del edificio y de las tres unidades de tratamiento de aire con sus respectivos conductos de distribución.

Por último, el edificio cuenta con una segunda bomba de calor de caudal variable modelo Daikin NV que abastece de calefacción y refrigeración a 5 fancoils situados en la planta tercera.

INVENTARIO DE EQUIPOS PRIMARIOS DE CLIMATIZACIÓN				
REFERENCIA	TIPO	MARCA Y MODELO	POTENCIA CALEFACCIÓN [Kw]	POTENCIA REFRIGERACIÓN [Kw]
CAL_01	Caldera estándar de gasóleo C	Wolf MK-1 180	210,00	-
BC_01	Bomba de calor	Aermec NRA 650	155,00	140,00
BC_02	Bomba de calor de caudal variable	Daikin NV	69,00	61,50
POTENCIA TOTAL INSTALADA [kW] (CAL/REF)			434,00	201,50
REFERENCIA	COP	EER	SUPERFICIE ACONDICIONADA [m2]	SUPERFICIE ACONDICIONADA [%]
CAL_01	94,80	-	1.916,18	49,06%
BC_01	248,40	257,40	893,34	22,87%
BC_02	404,00	362,00	170,22	4,36%
SUPERFICIE ACONDICIONADA TOTAL [%] (CAL/REF)			76,29%	27,23 %



Ilustración 18. Equipos de climatización de Xoana Capdevielle:  
1) Caldera estándar Wolf 2) Bomba de calor Daikin 3) Bomba de calor Aermec



2.3.3. EQUIPOS DE AIRE PRIMARIO

El edificio cuenta además con tres unidades de tratamiento de aire situadas en dos salas de calderas. Se encargan de la distribución de aire tratado y climatizado, respectivamente, a la zona de oficinas de planta baja, las aulas de planta segunda y los servicios de biblioteca e informática de planta segunda.

INVENTARIO DE EQUIPOS DE AIRE PRIMARIO			
REFERENCIA	ZONA	MARCA Y MODELO	CAUDAL [m3/h]
UTA-01	Oficinas PB	Airlan ME-069	7500
UTA-02	Aulas P1	Airlan ME-050	5500
UTA-03	Servicios P2	Airlan ME-062	10000

2.3.4. VENTILADORES Y EQUIPOS DE BOMBEO: HORARIO DE FUNCIONAMIENTO

Xoana Capdevielle es un edificio de la universidad que tiene dos partes bien diferenciadas: el bloque del aula de estudios y el bloque de oficinas, aulas de clase, servicios de biblioteca, informática y archivo, etc. Esta diferencia se plasma también en los horarios de funcionamiento, que no siempre coinciden. En época de exámenes, el aula de estudios abre sus puertas en horario nocturno, horario en el que por supuesto el resto del edificio no está en funcionamiento. Por ello para definir las horas de funcionamiento debemos diferenciar entre esas dos zonas, además de separar según los distintos períodos del año.

HORAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EDIFICIO SIN CONTAR EL AULA DE ESTUDIOS						
TEMPORADA	HORARIO		HORAS/DÍA	DÍAS	FESTIVOS	HORAS DE FUNCIONAMIENTO
Sept-Julio	8,00	22,00	14,00	225,00	12,00	2.982,00
Agosto	9,00	20,50	11,50	35,00	2,00	379,50
HORAS TOTALES						3.361,50

HORAS DE FUNCIONAMIENTO DEL AULA DE ESTUDIOS					
TEMPORADA	HORARIO		HORAS/DÍA	DÍAS	HORAS DE FUNCIONAMIENTO
8 enero/6 febrero	8,00	24,00	16,00	22,00	352,00
Fines de semana	10,00	24,00	14,00	8,00	112,00
6 mayo/30 junio	8,00	24,00	16,00	39,00	624,00
Fines de semana	10,00	24,00	14,00	17,00	238,00
1 julio/17 julio	9,00	24,00	15,00	13,00	195,00
Fines de semana	10,00	24,00	14,00	4,00	56,00
TOTAL DÍAS		103,00	TOTAL DÍAS NORMALES		262,00
TOTAL HORAS		1.577,00	TOTAL HORAS NORMALES		2.412,91
			HORAS TOTALES		3.989,91

Horas de trabajo diario =	16	h	<input checked="" type="checkbox"/> La actividad dura todo el año
Funcionamiento actividad =	4.592	h	<input checked="" type="checkbox"/> Horario por defecto CE3X
Horas totales anuales =	5.840	h	

Servicio	Demanda [h/año]	[h/actividad]	Sin demanda [h]	Funcionamiento servicio [h]
Calefacción	3.415,0	3.415,0	206,2	3.621,2
Refrigeración	915,5	915,5	55,3	970,8
	4.330,5	4.330,5	261,5	4.592,0

Funcionamiento actividad = horas anuales durante las cuales hay actividad en el edificio/local

Horas de trabajo diario = horas que dura la actividad diaria definidas en el perfil de uso en CE3X

Demanda de calefacción = horas anuales de demanda de calefacción calculadas en el programa CE3X

Demanda de refrigeración = horas anuales de demanda de refrigeración calculadas en el programa CE3X

Borrar todo

Ilustración 19. Captura del macro para Excel de el cálculo de horas de funcionamiento de CE3X

CÁLCULO DE HORAS DE FUNCIONAMIENTO PARA EL EDIFICIO EN GENERAL					
	HORAS DEMANDA CE3X	HORAS DEMANDA REAL	HORAS SIN DEMANDA CE3X	HORAS SIN DEMANDA REAL	DURACIÓN TEMPORADA
CALEFACCION	3290,10	2408,82	206,20	150,97	2559,79
REFRIGERACION	880,00	644,29	55,30	40,49	684,77
	HORAS DEMANDA REAL TOTALES	3053,11	HORAS TOTALES	191,46	3244,56
	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	3362,00			
	HORAS DEMANDA CE3X TOTALES	4592,00			
	%	0,73			

CÁLCULO DE HORAS DE FUNCIONAMIENTO PARA EL AULA DE ESTUDIOS					
	HORAS DEMANDA CE3X	HORAS DEMANDA REAL	HORAS SIN DEMANDA CE3X	HORAS SIN DEMANDA REAL	DURACIÓN TEMPORADA
CALEFACCION	3290,10	2858,78	206,20	179,17	3037,94
REFRIGERACION	880,00	764,63	55,30	48,05	812,68
	HORAS DEMANDA REAL TOTALES	3623,41	HORAS SIN DEMANDA TOTAL	227,22	3850,63
	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	3990,00			
	HORAS DEMANDA CE3X TOTALES	4592,00			
	%	0,87			

Las horas de funcionamiento del aula de estudios solamente afectarán a las bombas del edificio, ya que se encargan de distribuir el agua al suelo radiante. Por su parte, el horario de funcionamiento general afectará a los fancoils y a las unidades de tratamiento de aire. Cabe destacar que estas últimas también funcionan cuando no hay demanda de climatización.

Como ya se ha dicho en el apartado previo, el equipo cuenta con tres unidades de tratamiento de aire. Estos tres equipos están incluidos en el apartado de ventiladores del programa de certificación, junto a los fancoils del edificio, que son un total de 22 unidades distribuidas en 6 modelos diferentes. Las bombas, como ya se ha dicho, son dos, de similares características.

INVENTARIO DE VENTILADORES Y BOMBAS					
REF.	TIPO	MARCA Y MODELO	UNIDADES	POTENCIA ABSORVIDA [Kw]	HORARIO DE FUNCIONAMIENTO
UTA 01	Unidad de tratamiento de aire	Airlan ME-069	1	4,00	General (Cal+Ref)
UTA 02	Unidad de tratamiento de aire	Airlan ME-050	1	3,00	General (Cal+Ref)
UTA 03	Unidad de tratamiento de aire	Airlan ME-062	1	5,50	General (Cal+Ref)
B-01	Bomba circuladora	Wilo Top S40/10	1	0,68	Aula estudios (Cal)
B-02	Bomba circuladora	Wilo Top S40/10	1	0,68	Aula estudios (Cal)
FAN-01	Fancoil	Carrier 42 GWC008	10	0,85	General (Cal+Ref)
FAN-02	Fancoil	YHKH 40-2	4	0,27	General (Cal+Ref)
FAN-03	Fancoil	YHKH 50-2	3	0,27	General (Cal+Ref)
FAN-04	Fancoil	FXFQ-32M8	1	0,04	General (Cal+Ref)
FAN-05	Fancoil	FXFQ-50M8	1	0,05	General (Cal+Ref)
FAN-06	Fancoil	FXFQ-63M8	3	0,18	General (Cal+Ref)

2.3.5. EQUIPOS DE ILUMINACIÓN

La iluminación de Xoana Capdevielle se realiza con un total de casi 700 luminarias de 27 modelos diferentes, con una potencia instalada que supera los 53 kW, luces de emergencia aparte. Al desconocer las iluminancias medias horizontales de las luminarias, éstas se han clasificado según las zonas que el programa CE3X asocia a un valor de iluminancia por defecto.

MODELO	UNIDADES	POTENCIA UNITARIA [W]	POTENCIA TOTAL [W]
Pantalla estanca	29	116	3.364
Pantalla estanca con kit de emergencia	20	116	2.320
Pantalla estanca	2	36	72
Pantalla estanca	11	72	792
Luminaria suspendida decorativa	9	52	468
Luminaria en tira continua suspendida	106	58	6.148
Luminaria en tira continua suspendida con kit de emergencia	12	58	696
Chimenea industrial HQI	25	250	6.250
Luminaria empotrada en suelo HGI	12	36	432
Downlight HQI	19	35	665
Downlight IP44	125	52	6.500
Luminaria en tira continua	4	58	232
Aplique dicroica (50-32 W)	36	50	1.800
Pantalla empotrada	92	72	6.624
Pantalla empotrada con kit de emergencia	6	72	432
Pantalla empotrada	16	108	1.728
Pantalla empotrada con kit de emergencia	1	108	108
Proyector HQI	12	70	840
Luminaria en tira continua difusor opal	76	58	4.408
Luminaria empotrada en suelo HGB	15	70	1.050
Luminaria empotrada en suelo IP67	14	75	1.050
Luminaria exterior HQI	3	70	210
Proyector HQI	10	400	4.000
Proyector HQI	10	250	2.500
Luces de emergencia	81		

ZONA	SUPERFICIE [m2]	POTENCIA INSTALADA [W]
Despachos y administrativo	497,60	6.320,00
Aulas y laboratorios	2.038,14	10.050,00
Zonas comunes	468,66	4.936,00
Almacenes, archivos y salas técnicas	244,92	3.240,00
Otros	656,39	29.547
ENH	562,18	2.365,00
SÓTANO	900,21	4.292,00
EXTERIOR	-	9.510,00
POTENCIA TOTAL INSTALADA [W]		53.399



### 3. MEMORIA DE CÁLCULO DE CE3X Y CRITERIOS USADOS PARA LA TOMA DE DATOS

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

Para comenzar la toma de datos, ha de tenerse en cuenta cuál es la finalidad de ésta. La toma de datos para un análisis de la eficiencia energética tiene unos requerimientos distintos a otro tipo de toma de datos de un edificio. Además, también es importante conocer cuáles son los datos que necesita la herramienta de certificación energética que va a ser usada para obtener todos los necesarios, en este caso, el programa informático CE3X.

Es interesante saber cómo funciona CE3X. El programa hace una comparación entre el edificio objeto y una base de datos elaborada en ciudades representativas de las zonas climáticas con un gran número de simulaciones en el programa CALENER. El programa busca las simulaciones más parecidas a las del edificio objeto e interpola respecto a ellas las demandas de calefacción y refrigeración.

El programa permite la entrada de datos conocidos, estimados o por defecto. Esto dependerá de la documentación disponible. Siempre es más adecuado definir por características conocidas pero no siempre es posible.

#### 3.2. CRITERIOS GENERALES

Las superficies en planta a introducir en el programa CE3X deben ser superficies útiles habitables, que se calcularán a partir de dimensiones interiores o se deducirán de las exteriores.

La superficie útil habitable incluye todas las superficies en planta que se encuentren dentro de la envolvente térmica del edificio (no incluye espacios exteriores a la envolvente o espacios no habitables). A su vez se divide en zonas acondicionadas (superficies calefactadas y/o refrigeradas) y zonas no acondicionadas (superficies ni calefactadas ni refrigeradas).

Tal y como dice el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Ahorro de Energía “La envolvente térmica del edificio está compuesta por todos los cerramientos que delimitan los espacios habitables con el aire exterior, el terreno u otro edificio, y por todas las particiones interiores que delimitan los espacios habitables con espacios no habitables en contacto con el ambiente exterior.” A su vez define como espacio no habitable a “(...) uno o varios recintos habitables contiguos (...)” y como recinto no habitable a “Recinto interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. (...)”.

Toda certificación energética debe comenzar por la identificación de la envolvente térmica que no tiene por qué coincidir con los cerramientos del edificio. Dentro de ésta se han de incluir las salas de instalaciones o zonas de almacén muy poco frecuentadas y sin acondicionar térmicamente, que además de estar en contacto con un espacio habitable estén en contacto con un cerramiento del edificio. Con objetivo de facilitar el cálculo y debido a su escasa relevancia, zonas que cumplan estas características pero de dimensiones muy reducidas serán incluidas en la envolvente térmica. Además, espacios no habitables que no estén en contacto con el exterior, sino totalmente envueltos por espacios acondicionados, también se considerarán envolvente.

Las superficies de estos elementos, necesarias para la introducción de datos en la herramienta CE3X, deben obtenerse a partir de dimensiones interiores del edificio. Cuando un elemento constructivo es diferente a otro (por ejemplo, diferente composición del cerramiento de fachada) deberá medirse su superficie separadamente, de tal manera que puedan dársele los valores adecuados de transmitancia y ser introducidos de manera independiente en CE3X. Las superficies de los elementos constructivos diferentes inferiores al 10% de la superficie total por metro cuadrado pueden ignorarse, incluyendo el área más pequeña en el área más grande. Estas superficies deben medirse sin descontar los huecos.

Las superficies de los huecos han de medirse teniendo en cuenta toda la carpintería del hueco incluyendo sus perfiles fijos. El porcentaje de marco debe calcularse considerando la carpintería más los perfiles fijos.

#### 3.3. CERRAMIENTOS Y PARTICIONES

Los cerramientos y particiones se han medido por el interior, sobre plano, y a cinta corrida sin descontar huecos ni particiones interiores. En general, se han dividido en tramos de forma rectangular para facilitar las mediciones, así como la posterior introducción de sombras. No se han ignorado superficies menores, sino que se ha intentado una introducción de datos lo más exacta posible.

Se han creado los distintos cerramientos en la librería del programa, e incluso se ha creado algún material para ajustarlo más a la realidad. Los materiales y espesores se han obtenido de los planos de detalles del edificio, ajustándolos a los materiales presentes en la librería del programa o, en algunos casos, buscando sus características en el catálogo comercial correspondiente y creando el material en el programa. En algunos materiales de los detalles no está expresado el espesor, por lo que se ha optado por deducirlo de la escala del detalle. Por su parte, los falsos techos se han definido como una cámara de aire de 10 cm ligeramente ventilada. Aunque el espesor es mayor, su resistencia térmica aumenta poco y el programa no contempla cámaras de aire mayores.

En algunos cerramientos o particiones de datos desconocidos, la introducción de datos se ha hecho de manera estimada siempre que fuese posible, o en su caso, por defecto.

Se han despreciado acabados interiores distintos en zonas como recubrimientos interiores de baños por tener poca incidencia en la transmitancia del cerramiento y ser superficies muy poco representativas.

#### 3.4. HUECOS

Las mediciones de los huecos se han obtenido de los planos de alzados de los edificios y, en caso de falta de alzados, se han deducido de los planos en planta. Se han calculado los porcentajes de marco con las medidas en plano. En caso de no disponer de alzado del hueco, el porcentaje de marco se ha introducido como una media ponderada del resto de huecos del edificio.

Los vidrios se han definido por propiedades conocidas creándolos en la librería de CE3X con ayuda del Catálogo de Elementos Constructivos del CTE. Los marcos se han seleccionado de los preexistentes en dicha librería. Se han obtenido de los planos de detalles y memorias de los edificios.

Los dispositivos de protección solar han sido medidos sobre plano. La absorptividad del marco se ha introducido según el color del marco. La permeabilidad de los huecos se ha dejado por defecto.

#### 3.5. PUENTES TÉRMICOS

Los puentes térmicos se han medidos sobre plano. Se han seleccionado los puentes térmicos disponibles en la base de datos de CE3X que más se ajustaran al detalle constructivo real del edificio. En el caso de los puentes térmicos por contorno de huecos, el valor se ha dejado por defecto.

#### 3.6. SOMBRAS

Se han calculado los patrones de sombra a partir de los planos de los edificios, así como de los alzados de los edificios colindantes, y estimando las distancia a esos edificios sobre vista satélite (a partir de distancias conocidas).

La entrada de datos se ha hecho a partir de dimensiones de azimuth y elevación de los obstáculos rectangulares susceptibles de dar sombra a los edificios objeto.

### 3.7. EQUIPOS DE ILUMINACIÓN

El programa CE3X solo tiene en cuenta la potencia de iluminación instalada en los espacios dentro de la envolvente. Por lo tanto, no se introducen ni iluminación exterior ni iluminación de espacios no habitables.

Se han obtenido las potencias de iluminación de los distintos espacios de los edificios gracias a los planos de iluminación y sus leyendas. Para su introducción se ha dividido la superficie de los edificios en zonas según su actividad.

La introducción de los equipos de iluminación en CE3X se ha hecho por características conocidas, introduciendo la potencia total instalada en las zonas previamente definidas y dejando la iluminancia media horizontal por defecto que el programa asigna según la actividad.

### 3.8. EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Se han obtenido los datos necesarios de los planos de instalaciones, inventarios, boletines de reconocimiento, etiquetas de las instalaciones, o a partir de catálogos comerciales conociendo el modelo del equipo.

Se han introducido los datos por el método de características estimadas y calculando las superficies acondicionadas de cada equipo según plano.

### 3.9. VENTILADORES Y BOMBAS

Se han obtenido los datos necesarios de los planos de instalaciones, inventarios, boletines de reconocimiento, etiquetas de las instalaciones, o a partir de catálogos comerciales conociendo el modelo del equipo.

Se han introducido los datos por el método de características estimadas. Además, en este caso, el programa CE3X hace una estimación de sus horas de funcionamiento una vez definidos los elementos de la envolvente, la iluminación del edificio, el perfil de uso e introduciendo la potencia total de los equipos primarios de calefacción o refrigeración en su caso. A partir de esta estimación y de los horarios conocidos de funcionamiento de los edificios, se han calculado unas horas de funcionamiento más ajustadas a la realidad.

### 3.10. EQUIPOS DE AIRE PRIMARIO

Se ha obtenido el caudal de ventilación de la etiqueta de la unidad de tratamiento de aire para su introducción en el programa.

### 3.11. OBSERVACIONES DE LA ETS DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Se han despreciado sombras por falta de relevancia en los resultados y dificultad de medición como son las escaleras exteriores y los árboles junto a las fachadas.

El plano de iluminación disponible es de principios de proyecto por lo que podría haber algunas variaciones en las luminarias, tal y como se aprecian en las particiones interiores.

Las claraboyas se han introducido por propiedades estimadas al desconocerse las propiedades térmicas del metacrilato.

Se desconocen los rendimientos de algunos equipos de climatización, por lo que se deja el rendimiento que establece por defecto el programa CE3X.

### 3.12. OBSERVACIONES DEL EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE

Las chapas de acero galvanizado (tanto las pegadas a los acristalamientos como las exteriores) se han introducido solamente como elementos de sombra, con un coeficiente del 50% debido a sus perforaciones.

Los muros cortina incorporan zonas de aireadores independientes de las ventanas. Se han introducido como huecos con 100% marco y permeabilidad  $100 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ .

El plano de iluminación disponible es de fase de proyecto por lo que podría haber algunas variaciones en las luminarias.



# **BLOQUE III: ANÁLISIS DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA**

1. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA POR EL PROCEDIMIENTO CE3X: ETIQUETAS ENERGÉTICAS

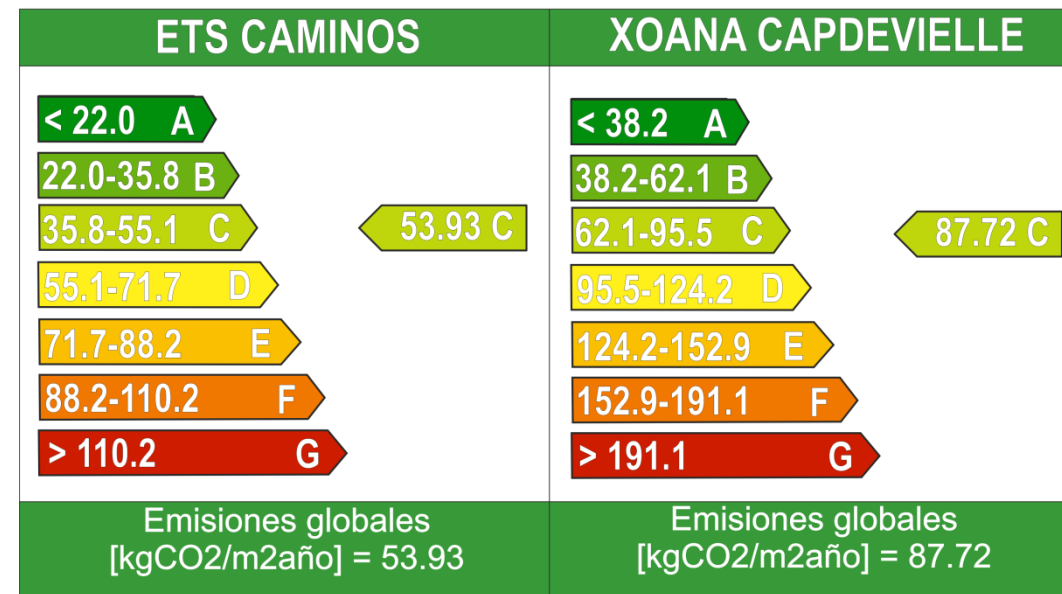


ETIQUETA ENERGÉTICA: ETS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



ETIQUETA ENERGÉTICA: EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE

## 2. COMPARATIVA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS



La calificación energética global de los edificios se expresa en ratios de emisiones globales de CO<sub>2</sub> al año. La escala de referencia cambia según la tipología constructiva de los edificios.

Como se puede ver en la imagen superior, la letra obtenida en la calificación energética de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos coincide con la del Edificio Xoana Capdevielle. Pero para ver las razones es necesario analizar los indicadores parciales y ver en qué se diferencian los edificios, partiendo de la base de que factores importantes como son orientación y zona geográfica, son iguales en ambos inmuebles.

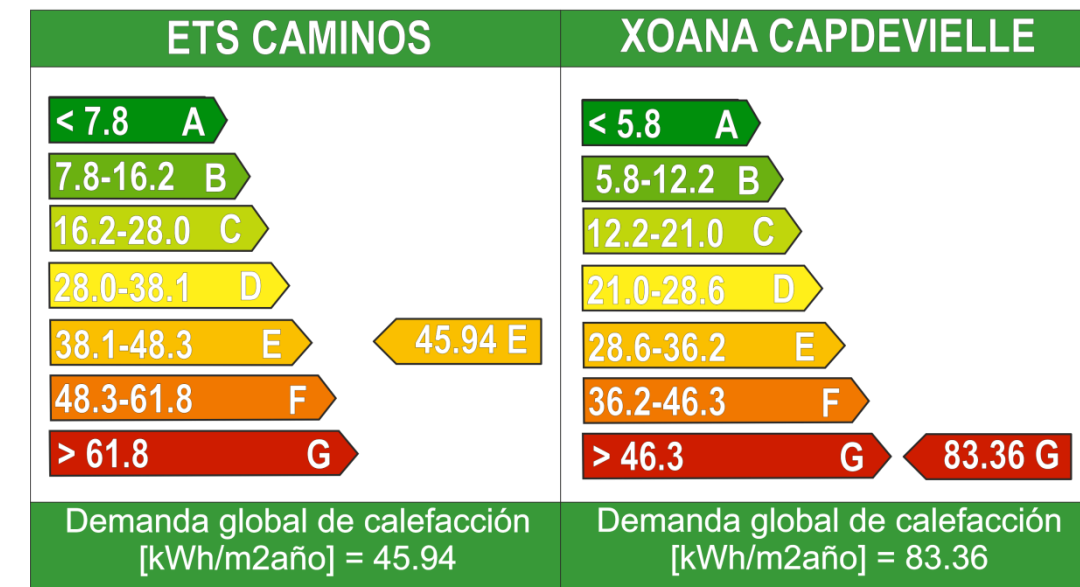
	ETS CAMINOS	X. CAPDEVIELLE
Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	17.10 E	35.96 E
Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	13.53 G	15.46 E
Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	0.00 A	0.00 A
Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	22.60 B	28.40 B

En la tabla de emisiones parciales se puede observar como la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos iguala, en lo que a letra obtenida se refiere, en emisiones al edificio Xoana Capdevielle en todos los aspectos, excepto en emisiones de refrigeración donde Xoana Capdevielle es dos letras mejor.

El menor ratio de emisiones de dióxido de carbono no siempre se corresponde con una mejor letra. Esto depende también de la escala de referencia que es diferente para cada edificio. En el edificio de referencia intervienen factores como las dimensiones de los edificios o los horarios de funcionamiento. De hecho, el ratio de emisiones de dióxido de carbono es siempre mayor en Xoana Capdevielle (excepto en el caso de las emisiones de agua caliente sanitaria que son nulas en ambos al carecer de demanda). Aún así, en emisiones de refrigeración Xoana Capdevielle obtiene una mejora de dos letras con respecto a la ETS de Caminos a pesar de tener un mayor ratio de emisiones.

Para analizar todo esto conviene centrarse en tres puntos principales: demanda de calefacción, demanda de refrigeración, y consumo de energía primaria con su correspondiente desglose. Son muchos los factores que intervienen y en ellos hay que buscar el porqué de los resultados obtenidos.

### 2.1. DEMANDA DE CALEFACCIÓN



Es de poca utilidad que los edificios tengan unas buenas instalaciones que consuman poco y, por lo tanto, emitan poco dióxido de carbono, si primeramente no se consigue que el edificio tenga una demanda reducida. Por ello en la calificación energética de un edificio se tiene muy en cuenta la demanda energética que tiene el mismo para mantenerse en unas condiciones interiores de confort.

Es en la demanda de calefacción donde observamos la primera gran diferencia entre ellos. Lejos de ser buena la letra obtenida por la Escuela de Ingenieros de Caminos en este punto, supera en dos letras a Xoana Capdevielle. El ratio por metro cuadrado de demanda de calefacción del edificio Xoana Capdevielle es casi el doble. La biblioteca universitaria obtiene aquí la peor calificación posible, una letra G, y se queda bastante lejos de la posibilidad de mejorar letra. Por su parte, la Escuela de Caminos obtiene una pasable letra E.

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Lo que más influye en la demanda energética de un edificio es su envolvente térmica y el conjunto de las medidas pasivas: transmitancia de los elementos de la envolvente, huecos, puentes térmicos, sombras, compacidad...

- ❖ **COMPACIDAD.** La compacidad mide la relación entre el volumen dentro de la envolvente y la superficie que es necesaria para envolver este volumen. Se obtiene dividiendo volumen envuelto (m<sup>3</sup>) entre superficie de la envolvente (m<sup>2</sup>). A mayor superficie necesaria para un mismo volumen, mayor será la demanda, por lo que es mejor cuanto mayor sea su valor. Obteniendo este valor, la compacidad de la ETS de Caminos es de 2,93 metros mientras que la de Xoana Capdevielle se queda en 2,12 metros. Primer punto en el que la demanda de la escuela es mejor.
- ❖ **TRANSMITANCIA DE LAS CUBIERTAS.** En ambos casos las cubiertas están todas en contacto con el aire exterior y forman parte de algo más del 31% de la superficie de la envolvente. Además en ambos edificios son en su mayoría planas. Si bien la diferencia está en su transmitancia media ponderada. En general las cubiertas de la ETS de Caminos están mejor aisladas obteniendo un valor medio de la transmitancia de 0,46 W/m<sup>2</sup>k frente a los 0,81 W/m<sup>2</sup>k de Xoana Capdevielle.



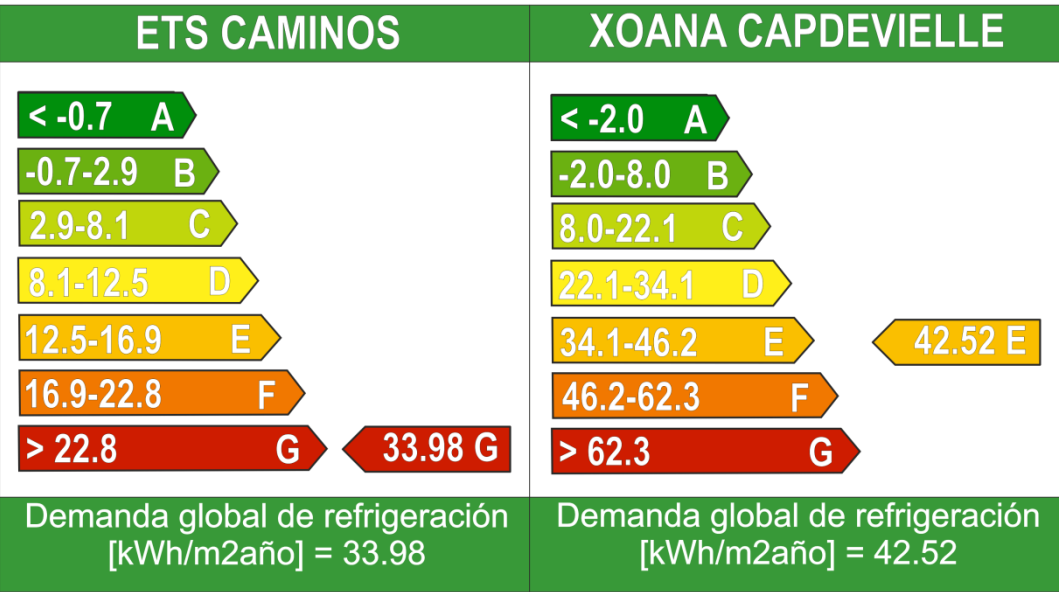
- ❖ **TRANSMITANCIA DE MUROS CONTRA EL TERRENO.** Si bien la diferencia se decantaría de nuevo a favor de la Escuela de Caminos (1,54 frente a 2,00 W/m<sup>2</sup>k) la superficie de muros contra el terreno en la escuela no alcanza siquiera el 0,5%. En Xoana Capdevielle tiene un poco más de peso, con casi un 5%.
- ❖ **TRANSMITANCIA DE MUROS DE FACHADA.** Aquí la diferencia se hace enorme, y es uno de los puntos que más influyen en la demanda. Mientras que los muros de fachada de la ETS de Ingenieros de Caminos se componen de doble hoja, cámara de aire y aislamiento, el Edificio Xoana Capdevielle se limita a muros de hormigón o paneles prefabricados del mismo material. La diferencia se hace notar en la media ponderada de las transmitancia: 0,49 contra 2,47 W/m<sup>2</sup>k. Lo único que beneficia un poco a Xoana Capdevielle es que la incidencia de los muros de fachada en la envolvente es menor (un 27% de la superficie total frente al 38% de la escuela).
- ❖ **TRANSMITANCIA DE SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.** De nuevo es mejor para la ETS de Caminos, que obtiene un valor de 0,30 superando los 0,78 W/m<sup>2</sup>k de la biblioteca universitaria. En este caso también tiene mayor trascendencia en la Escuela de Ingenieros de Caminos, suponiendo un 21% de la superficie total de la envolvente frente al 14% en Xoana Capdevielle.
- ❖ **TRANSMITANCIA DE SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR.** En ambos casos tienen poco peso en la envolvente (casi nula en la escuela frente a un 1% en la biblioteca universitaria), pero de todos modos de nuevo, debido a la presencia de aislamiento entre otros materiales, la balanza vuelve a beneficiar a la ETS de Caminos: 0,90 contra 2,10 W/m<sup>2</sup>k de transmitancia media.
- ❖ **TRANSMITANCIA DE PARTICIONES VERTICALES EN CONTACTO CON ESPACIO NO HABITABLE.** Este es el único componente de los cerramientos y particiones de la envolvente en el que Xoana Capdevielle tiene una mejor transmitancia térmica. Además su peso en la superficie total de la envolvente con un 6% supera en cinco puntos a la ETS de Caminos. Los valores de transmitancia, 1,22 y 0,91 W/m<sup>2</sup>k respectivamente.
- ❖ **TRANSMITANCIA DE PARTICIONES HORIZONTALES INFERIORES EN CONTACTO CON ESPACIO NO HABITABLE.** Aquí destaca el gran espacio no habitable inferior que supone el sótano de archivo en Xoana Capdevielle. Además, choca el desconocimiento de la composición de esta partición frente a la presencia de aislamiento en el cerramiento de los espacios no habitables en la escuela. De nuevo es mejor el valor de la transmitancia en la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, superando con 1,28 W/m<sup>2</sup>k a los 2,17 W/m<sup>2</sup>k de la biblioteca, aunque en esta tiene un mayor peso en la envolvente superando en 8 puntos el 8% sobre la superficie total de la ETS de Caminos.
- ❖ **HUECOS.** Aquí son muchas las variables que intervienen. Aunque la alta cantidad de muros cortina en el edificio Xoana Capdevielle podría hacer pensar que tiene un porcentaje de huecos mucho mayor, la diferencia tampoco es mucha: un 21% frente a un 17%. La presencia en muros de fachada sí que es mucho mayor (de hecho, un 72% frente al 31 % de la ETS de Caminos), pero se compensa con un mayor porcentaje de huecos en cubierta en la escuela (17% contra 4%). En invierno las mayores ganancias térmicas por soleamiento se producen a través de los huecos de la fachada sur. La Escuela de Ingenieros tiene mayor porcentaje de huecos en esta orientación. Ambos edificios cuentan con algún que otro vidrio laminado pero cuya aparición es mucho menor que el tipo predominante: doble acristalamiento con cámara de aire. En el caso del acristalamiento del edificio Xoana Capdevielle, la cámara de aire tiene un espesor mayor, por lo que su transmitancia mejora un poco a la de los vidrios de la escuela, en concreto 2,80 y 3,30 W/m<sup>2</sup>k respectivamente. Además, la transmitancia de los vidrios de cubierta es algo peor al producirse el intercambio térmico en sentido vertical, y la presencia de mayor porcentaje de huecos en cubierta en la ETS de Caminos beneficia en este punto a Xoana Capdevielle. El factor solar del vidrio es casi el mismo para los dos casos. Las carpinterías de ambos edificios son metálicas sin rotura de puente térmico, pero se diferencian en la absortividad debido a la diferencia de color del marco: 50% en la ETS de Caminos por el 65% de Xoana Capdevielle. En resumen, aunque la transmitancia, el porcentaje de huecos y la absortividad del marco son más beneficiosas para este punto en Xoana Capdevielle, la ETS de Caminos tiene sus huecos en una orientación que aprovecha mejor la energía incidente del sol. Por ello, es difícil concluir quién sale mejor parado en este apartado, siendo las diferencias poco sustanciales y muchas las variables.
- ❖ **PUENTES TÉRMICOS.** No hay grandes diferencias en este punto. La biblioteca universitaria Xoana Capdevielle tiene más metros lineales de puente térmico por metro cuadrado de envolvente, sin embargo lo compensa con unos valores algo inferiores. Además cabe destacar que por su construcción,

el edificio Xoana Capdevielle no tiene puentes térmicos de pilares, pero tiene una superficie mayor de contorno de huecos.

- ❖ **SOMBRA.** Tampoco aquí las diferencias son muy contrastables. La mayor cantidad de sombras perjudica a un edificio de cara a la demanda de calefacción. Destaca que mientras la ETS de Caminos recibe sombras de tres edificios cercanos, el edificio Xoana Capdevielle no las recibe de ningún otro inmueble. Sin embargo estas sombras son muy pequeñas como para tener mucho efecto. Ambos edificios cuentan con sombras auto-arrojadas por su propia forma, tanto en cubierta como en fachadas. Además, destaca la presencia de las chapas perforadas en Xoana Capdevielle que da sombra a muchos de los huecos.
- ❖ **EQUIPOS DE ILUMINACIÓN.** La iluminación del edificio influye en la aportación de calor al edificio. El ratio de potencia instalada por metro cuadrado es superior en la biblioteca universitaria: 13,49 W/m<sup>2</sup> frente a 9,84 W/m<sup>2</sup> en la Escuela de Ingenieros de Caminos. Aquí las mayores ganancias de calor por iluminación benefician al edificio Xoana Capdevielle.

En conclusión, la diferencia de dos letras entre los dos edificios se debe principalmente a unas transmitancias que favorecen mucho a la ETS de Ingenieros de Caminos, además de otros factores como la compacidad o la orientación de los huecos.

2.2. DEMANDA DE REFRIGERACIÓN



Como se puede observar, el edificio Xoana Capdevielle obtiene una mejor letra en lo que a demanda de refrigeración se refiere. Sin embargo, este se debe a la diferente escala de referencia, ya que el ratio de energía de refrigeración demandada por metro cuadrado es, más o menos, un 30% mayor que en el caso de la Escuela de Caminos.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el cálculo de la demanda de refrigeración, transmitancia, compacidad y puentes térmicos influyen de igual manera que en la demanda de calefacción, por lo que su análisis no cambia y el gran beneficiado en este aspecto es la ETS de Ingenieros de Caminos.

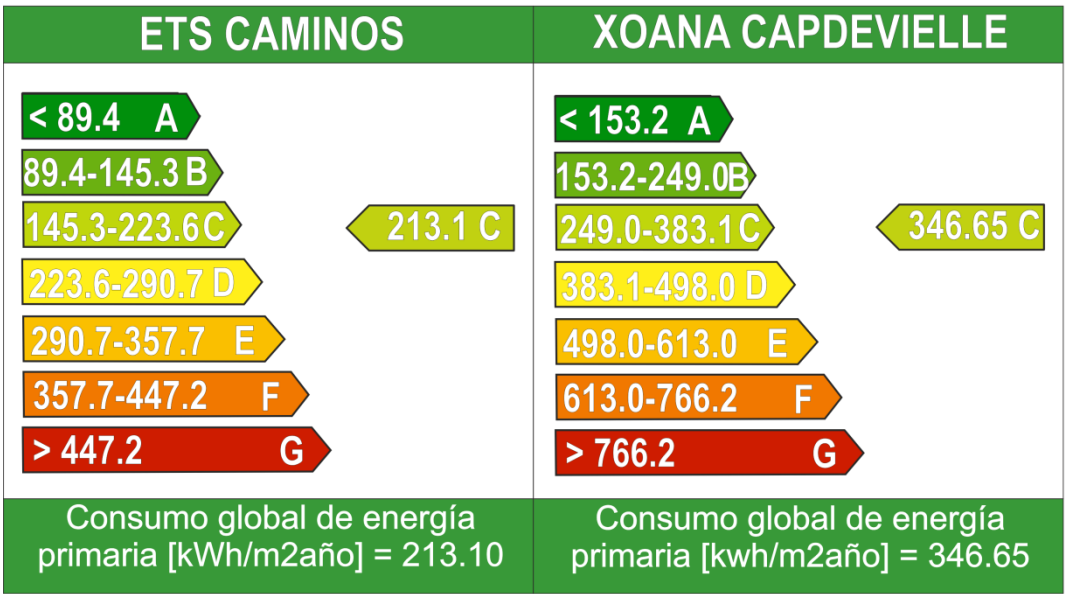
- ❖ **HUECOS.** El mayor porcentaje de huecos y la mayor absortividad del marco que antes beneficiaban a la biblioteca Xoana Capdevielle ahora le perjudican, ya que al favorecer las ganancias térmicas provocan una mayor demanda de refrigeración. Sin embargo, las mayores ganancias térmicas a través de los huecos en verano se producen a través de la cubierta, debido a la posición del sol. Esto hace que la

muy considerable diferencia de porcentaje de huecos entre ambos edificios beneficie en este punto a Xoana Capdevielle.

- ❖ **SOMBRA.** Este punto también funciona de manera inversa que en la demanda de calefacción. Si antes las sombras perjudicaban a los edificios, ahora les benefician al reducir la incidencia del sol. Las sombras de los edificios colindantes que afectan a la ETS de Caminos son prácticamente despreciables en temporada de verano ya que en ella el sol está más alto. Aquí ganan importancia las chapas perforadas del edificio Xoana Capdevielle, ya que darán sombra al edificio durante todo el día. Sin embargo, como ya se ha dicho, en este punto es complicado cuantificar las diferencias.
- ❖ **EQUIPOS DE ILUMINACIÓN.** En este caso el mayor ratio de potencia instalada de iluminación por metro cuadrado perjudica al edificio Xoana Capdevielle ya que las mayores ganancias térmicas incrementan la demanda de refrigeración.

En resumen, Xoana Capdevielle sale perjudicada en lo que a transmitancias, compacidad y equipos de iluminación se refiere, pero la buena orientación de sus huecos le beneficia. Las diferencias de demanda en este punto son mucho menores que en la demanda de calefacción, gracias a esto último.

2.3. CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA



El consumo de energía está muy condicionado por los dos puntos anteriores, ya que sin una demanda energética reducida es muy complicado obtener un bajo consumo. Sin embargo en este apartado influyen también las características principalmente de las instalaciones de climatización así como de otras más secundarias como iluminación, bombas, etc.

Como puede verse en la ilustración comparativa, la letra obtenida por ambos edificios en este sub-apartado es la misma, una C. Nuevamente, en los ratios de energía primaria por metro cuadrado sí que se aprecia una diferencia significativa. El ratio de consumo de Xoana Capdevielle es más de un 60% superior al de la Escuela de Ingenieros.

Este apartado puede desglosarse en cuatro puntos parciales al igual que ocurría con las emisiones globales. En tres de las cuatro variables de consumo de energía primaria ambos edificios obtienen la misma letra. Sin embargo, destaca el punto de consumo de energía de refrigeración, en el que la ETS de Caminos obtiene 4 letras menos que Xoana Capdevielle. A pesar de ello, y continuando con lo que se viene observando en este análisis, los ratios de consumo son todos mayores en el edificio Xoana Capdevielle.

	ETS CAMINOS	X. CAPDEVIELLE
Energía primaria calefacción [kWh/m2año]	64.95 E	138.48 E
Energía primaria refrigeración [kWh/m2año]	54.40 G	62.19 C
Energía primaria ACS [kWh/m2año]	0.00 A	0.00 A
Energía primaria iluminación [kWh/m2año]	91.07 B	114.25 B

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Es conveniente analizar uno por uno los aspectos más influyentes en el consumo.

- ❖ **CONSUMO DE CALEFACCIÓN.** Este consumo viene muy condicionado por la demanda energética del edificio. A partir de ahí entran en juego las instalaciones. Ambos edificios cuentan con tres calderas de gran tamaño. Sin embargo, mientras que en la ETS de Ingenieros de Caminos los equipos son calderas estándar de gasóleo (además de las pequeñas bombas de calor que apenas influyen), en el edificio Xoana Capdevielle existen una caldera estándar de gasóleo y dos bombas de calor de alto rendimiento. Por ello Xoana Capdevielle alcanza la letra E a pesar de tener una G en demanda de calefacción, pero sigue sin poder superar a la escuela, que gracias a su menor demanda de calefacción consigue una letra E y menos del 50% del consumo de Xoana Cadevielle.
- ❖ **CONSUMO DE REFRIGERACIÓN.** Al igual que el apartado anterior, la demanda de refrigeración es un alto condicionante. Aquí cabe destacar que la superficie acondicionada para refrigeración de la ETS de Caminos no llega ni al 10%. Por su parte la biblioteca abastece de refrigeración a todo el edificio menos al aula de estudio con sus dos bombas de calor. Los rendimientos de las instalaciones de ambos edificios son similares. Aunque el consumo es menor al de Xoana Capdevielle, la práctica ausencia de un sistema de refrigeración y le otorga la peor letra posible (G), frente a la buena letra C que obtiene Xoana Capdevielle.
- ❖ **CONSUMO DE ACS.** Aquí hay empate técnico. Como ninguno de los dos edificios demandan ACS obtienen una calificación A.
- ❖ **CONSUMO DE ILUMINACIÓN.** Los dos inmuebles obtienen una calificación B en este apartado. Si bien el ratio de consumo por metro cuadrado es algo superior para Xoana Capdevielle, ya que como ya se había comentado la potencia de iluminación instalada por unidad de superficie es mayor.
- ❖ **OTROS CONSUMOS.** Aunque el programa no da una calificación en forma de letra al consumo de otras instalaciones de los edificios, en el consumo de energía final influyen más aspectos que los cuatro ya mencionados. Si sumamos los ratios de esos cuatro vemos que no alcanzan el ratio de consumo global de energía primaria. Es ahí donde entran en juego las bombas, ventiladores y unidades de tratamiento de aire. Echando cuentas para obtener esos ratios vemos que el consumo de esos elementos en la ETS de Caminos es tan sólo de 2,68 kWh/m²año, casi nulo frente a los 31,73 kWh/m²año del edificio Xoana Capdevielle. Esto se debe al gran número de fancoils y las tres unidades de tratamiento de aire que están presentes en la biblioteca universitaria.

## 2.4. CONCLUSIONES DEL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Aunque la ausencia de demanda de ACS y unos ratios bastante buenos de potencia por unidad de superficie han ayudado bastante a obtener una buena calificación energética, ambos edificios tienen un amplio margen de mejora en lo que a climatización se refiere.

Toda rehabilitación energética debe empezar por medidas de reducción de la demanda energética, empezando por la mejora de la transmitancia térmica de los cerramientos. Aquí es donde más margen de mejora tiene el edificio Xoana Capdevielle. Si bien, también sería conveniente mejorar la transmitancia de los huecos en ambos edificios. Otra modificación adecuada podría ser la mejora de las carpinterías o del factor solar de los vidrios, pero teniendo cuidado ya que puede mejorar la demanda de refrigeración a costa de empeorar la de calefacción. En la ETS de Caminos parece conveniente reducir las ganancias solares de cubierta en períodos de calor.

En instalaciones parece conveniente dotar de refrigeración a la mayoría de las zonas de la Escuela de Caminos y al aula de estudios de Xoana Capdevielle. A partir de ahí, los equipos más importantes de climatización existentes en los dos edificios cuentan con un gran margen de mejora a excepción de las dos bombas de calor de la biblioteca Xoana Capdevielle. Las calderas de gasóleo estándar de gasóleo C pueden ser reemplazadas por equipos de altos rendimientos y obtener así una reducción considerable del consumo energético. Existen además otras muchas medidas de mejora de las instalaciones, entre las que destacan las contribuciones energéticas mediante energías renovables.

En el siguiente bloque se profundizará más en todas las posibles mejoras energéticas y en su viabilidad económica.



# **BLOQUE IV: MEDIDAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

## 1. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

### 1.1. CONCLUSIONES DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

De la certificación energética del edificio se puede extraer que:

- ❖ CALEFACCIÓN. La demanda es mejorable, pero la situación no es preocupante. Los cerramientos cuentan con aislamiento, por lo que una mejora de la envolvente deberá centrarse en zonas más débiles como huecos y puentes térmicos. El punto de mejora más destacable se encuentra en los equipos primarios de calefacción. El rendimiento energético de las tres grandes calderas está muy lejos del rendimiento que se podría alcanzar con los equipos actuales.
- ❖ REFRIGERACIÓN. El edificio obtiene la peor letra posible tanto en demanda como en consumo de energía. La demanda es alta debido, entre otras cosas, a la gran superficie de huecos en cubierta que aumentan considerablemente la temperatura interior del inmueble. A pesar de que los rendimientos de los equipos no son malos, sólo el 10% del edificio está acondicionado en lo que a refrigeración se refiere.
- ❖ ACS. No existe demanda de ACS en el edificio.
- ❖ ILUMINACIÓN. El edificio obtiene una muy buena letra B, por lo que parece innecesario buscar una mejora en este punto.
- ❖ OTROS CONSUMOS ENERGÉTICOS. Apenas hay consumos energéticos añadidos, por lo que no es relevante. Solamente las bombas y los unitermos consumen energía de manera secundaria.

En conclusión, las mejoras deben ir dirigidas a la climatización. Los puntos más importantes a estudiar son los siguientes:

- ❖ Mejora de la transmitancia de huecos.
- ❖ Mejora del factor solar de los huecos más afectados en verano.
- ❖ Mejora de los puentes térmicos.
- ❖ Mejora de las carpinterías.
- ❖ Mejora de las instalaciones de calefacción.
- ❖ Mejora de las instalaciones de refrigeración.
- ❖ Contribuciones energéticas.

### 1.2. ANÁLISIS DE MEDIDAS POR DEFECTO DEL PROGRAMA CE3X

Una vez obtenida la calificación energética, el programa CE3X cuenta con una “pestaña” en la que se puede hacer una simulación de cómo afectarían los cambios en la envolvente y las instalaciones a dicha calificación. El programa establece por defecto unas medidas de lo que, según sus cálculos internos, mejoraría las prestaciones energéticas del edificio.

El software CE3X divide las mejoras en cuatro bloques según el elemento mejorado: aislamiento térmico, puentes térmicos, instalaciones y huecos. Dentro de cada bloque propone la mejora de los elementos más adecuada estableciendo unos valores por defecto de transmitancias y rendimientos de instalaciones posibles.

Para tener una primera noción de cómo las mejoras de los distintos elementos afectarían al edificio, se realizará un breve análisis de las medidas por defecto del programa. A partir de las conclusiones aquí obtenidas, se profundizará en los puntos siguientes trabajando ya con casas comerciales y analizándolo económicamente.

#### 1.2.1. AISLAMIENTO TÉRMICO

El edificio cuenta con aislamiento térmico tanto en cubierta como en fachada, que junto a un suelo con una buena transmitancia forman casi toda la superficie de la envolvente térmica. Por ello, añadir más aislamiento térmico no parece rentable.

El programa asigna por defecto un valor de transmitancia fijo posterior a la adición del aislamiento, que en este caso es mayor al que tiene el edificio actualmente, siendo este método del todo ineficaz. Por ello para el análisis

se introducen manualmente las características del aislamiento añadido, dejando estos valores en un espesor de 4 cm y una transmitancia térmica de 0,034 W/mK.

Implementando esta mejora en cubiertas se puede ver que el ahorro en emisiones globales es casi nulo. La mejora no muy sustancial que se aprecia en calefacción se contrasta con el empeoramiento en refrigeración. Por lo tanto esta medida es del todo no recomendable.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

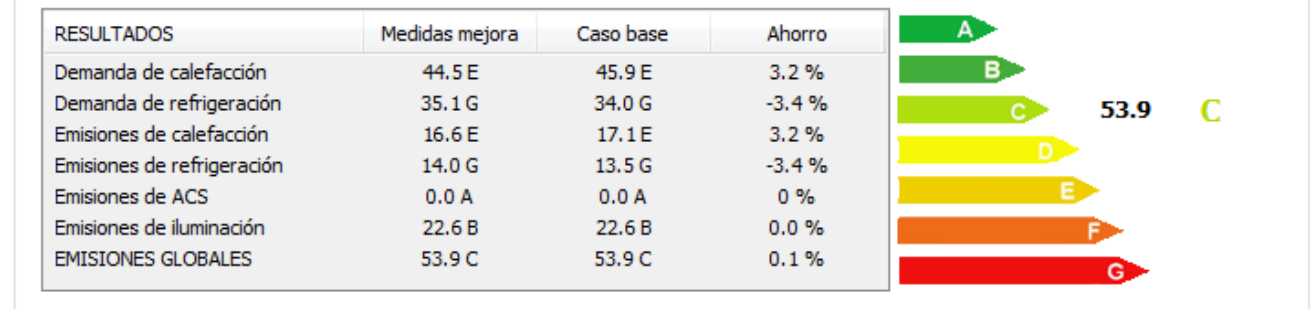


Ilustración 1. Efecto en la calificación energética del aumento del aislamiento térmico en las cubiertas

Con la adición de aislamiento por el exterior en fachadas se consigue también reducir el efecto de los puentes térmicos. Se dejan en este análisis los valores por defecto que estima el programa.

Definición del nuevo valor de  $\phi$  de los puentes térmicos

Pilar integrado en fachada	$\phi$	0.01	W/mK
Pilar en esquina	$\phi$	0.16	W/mK
Contorno de hueco	$\phi$	0.02	W/mK
Caja de persiana	$\phi$	0.65	W/mK
Encuentro de fachada con forjado	$\phi$	0.16	W/mK
Encuentro de fachada con cubierta	$\phi$	0.26	W/mK
Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire	$\phi$	0.22	W/mK

Ilustración 2. Valores por defecto de los puentes térmicos al aplicar aislamiento por el exterior a las fachadas

Al igual que ocurría con las cubiertas, la adición de aislamiento en las fachadas no beneficia para nada la certificación energética. De hecho, empeora un poco. De nuevo la mejora que se aprecia en calefacción no merece la pena ante el empeoramiento en refrigeración. En este caso, la mejora en calefacción es de casi un 25%, pero la demanda de refrigeración sufre una merma de más del 30%. De nuevo, se desaconseja esta medida de mejora.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

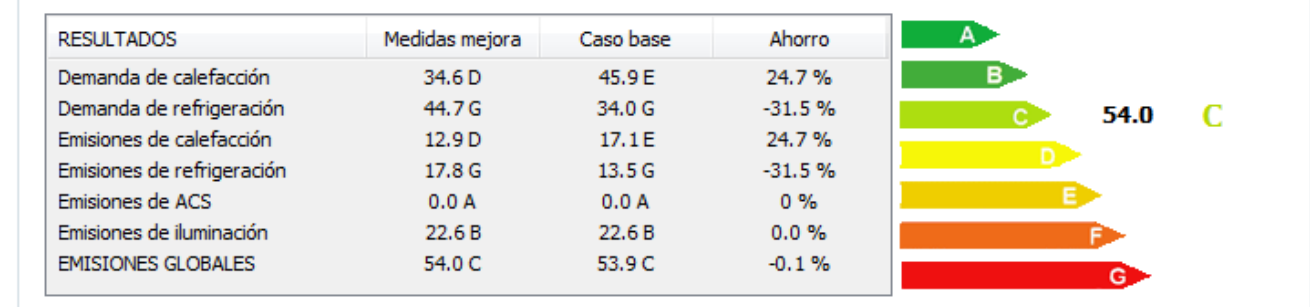


Ilustración 3. Efecto en la calificación energética del aumento del aislamiento térmico en fachadas

## 1.2.2. HUECOS

En los huecos del edificio es quizá donde más se pueda jugar con el programa ya que son varias las características modificables: factor solar, transmitancia térmica, carpintería, orientaciones... El objeto del trabajo es mejorar la eficiencia energética, por lo que se intentará modificar en lo menor posible las características arquitectónicas del edificio. Por ello en este punto no se incidirá en la absortividad de los marcos, dejando su característico color amarillo intacto.

El edificio obtiene su peor calificación energética en refrigeración. Una manera de subsanar esta deficiencia es cambiar el factor solar de los vidrios por uno más bajo. Aunque las otras orientaciones también influyen, la mayor parte de la radiación solar en verano la reciben los huecos de cubierta, por lo que la prioridad será mejorarlos.

La primera medida a comprobar, por lo tanto, será la mejora del factor solar. El programa por defecto establece un valor de mejora de 0,45, que para el objeto de este primer análisis es válido.

En primer lugar, se comprueba cómo afecta esta mejora a la calificación si solo se sustituyen los huecos de cubierta. Las emisiones globales descienden más de un 5% y la mejora en demanda de refrigeración alcanza casi el 25%. La demanda de calefacción empeora pero muy poco. Esta medida en principio parece adecuada.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	46.9 E	45.9 E	-2.0 %
Demanda de refrigeración	26.0 G	34.0 G	23.5 %
Emisiones de calefacción	17.4 E	17.1 E	-2.0 %
Emisiones de refrigeración	10.3 G	13.5 G	23.5 %
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %
Emisiones de iluminación	22.6 B	22.6 B	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	51.1 C	53.9 C	5.2 %

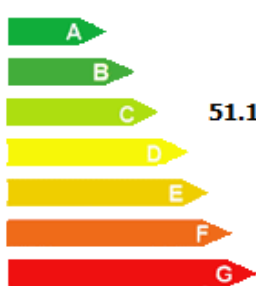


Ilustración 4. Efecto en la calificación energética de la mejora del factor solar de los huecos de cubierta

La siguiente comprobación se hace incluyendo también los vidrios de las fachadas sur en la mejora. Las emisiones globales se reducen todavía casi un 2% más. La demanda de refrigeración mejora en torno a un 36 % en este caso y la de calefacción solo se ve empeorada en un 6%. También parece una medida adecuada y más adelante se analizará si es más o menos viable que modificar solo los huecos de cubierta.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	48.8 F	45.9 E	-6.2 %
Demanda de refrigeración	21.9 F	34.0 G	35.7 %
Emisiones de calefacción	18.2 E	17.1 E	-6.2 %
Emisiones de refrigeración	8.7 G	13.5 G	35.7 %
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %
Emisiones de iluminación	22.6 B	22.6 B	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	50.2 C	53.9 C	7.0 %

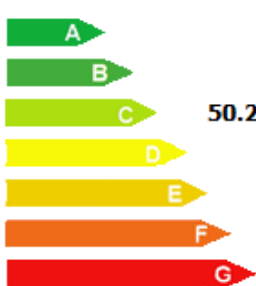


Ilustración 5. Efecto en la calificación energética de la mejora del factor solar de los huecos de cubierta y de fachadas orientadas al sur

Para finalizar con los cálculos correspondientes a cambios en el factor solar, se analiza cómo afectaría a la calificación la sustitución de todos los huecos del edificio por vidrios con un factor solar más elevado. La mejora en las emisiones globales es prácticamente igual que en el caso anterior, incluso un poco peor. Por ello se desecha esta opción ya que la inversión económica será mayor.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	51.3 F	45.9 E	-11.6 %
Demanda de refrigeración	19.8 F	34.0 G	41.7 %
Emisiones de calefacción	19.1 F	17.1 E	-11.6 %
Emisiones de refrigeración	7.9 F	13.5 G	41.8 %
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %
Emisiones de iluminación	22.6 B	22.6 B	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	50.3 C	53.9 C	6.8 %

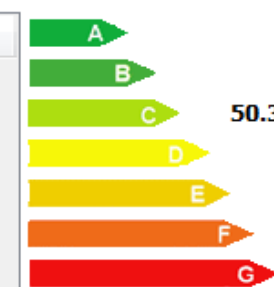


Ilustración 6. Efecto en la calificación energética de la mejora del factor solar en todos los huecos

Seguidamente se estudian las mejoras en las transmitancias de los huecos. La mayoría de los huecos tienen una transmitancia de 3,30 W/mk, bastante por debajo del potencial de los vidrios disponibles en el mercado. Para realizar las comprobaciones se ha escogido el vidrio con mejores transmitancias de la librería de CE3X, con unas prestaciones que alcanzan los 1,4 W/mk en posición vertical y los 2,1 W/mk en horizontal.

Sustituyendo los vidrios de fachada por este bajo emisivo se aprecia una mejora de las emisiones globales que no llega ni al 2%, y unas mejoras en calefacción del 13% con casi un 10% de merma en las prestaciones en lo que a refrigeración se refiere. La mejora es muy reducida, por lo que no parece, a simple vista, viable salvo que se combine con una mejora del factor solar.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	40.0 E	45.9 E	13.0 %
Demanda de refrigeración	37.3 G	34.0 G	-9.7 %
Emisiones de calefacción	14.9 E	17.1 E	13.0 %
Emisiones de refrigeración	14.8 G	13.5 G	-9.8 %
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %
Emisiones de iluminación	22.6 B	22.6 B	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	53.0 C	53.9 C	1.7 %

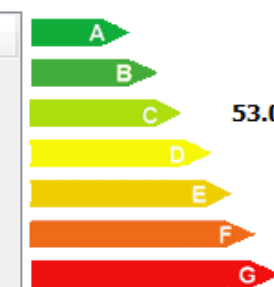


Ilustración 7. Efecto en la calificación energética de la mejora de la transmitancia de los huecos de fachada

Aunque la mejora es un poco mayor, ocurre prácticamente lo mismo con la instalación de vidrios bajo emisivos en cubierta. Una mejora de sólo un 2,2% en las emisiones globales, similar mejora en calefacción, y menor impacto en la demanda de refrigeración. En definitiva, es más viable que la mejora de la transmitancia de huecos de fachada, ya que el número es menor y obtiene una mejor calificación energética.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	39.9 E	45.9 E	13.1 %
Demanda de refrigeración	36.5 G	34.0 G	-7.6 %
Emisiones de calefacción	14.8 E	17.1 E	13.2 %
Emisiones de refrigeración	14.6 G	13.5 G	-7.5 %
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %
Emisiones de iluminación	22.6 B	22.6 B	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	52.7 C	53.9 C	2.2 %

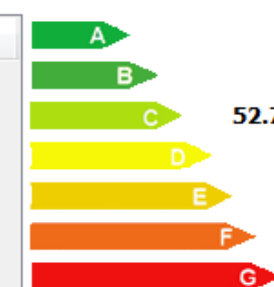


Ilustración 8. Efecto en la calificación energética de la mejora de la transmitancia de los lucernarios

Por último es conveniente analizar también como afectaría al edificio la sustitución de las carpinterías por marcos con rotura de puente térmico y, por consiguiente, con mejor transmitancia térmica. Para realizar esta comprobación se selecciona en la librería de CE3X un parto con rotura de puente térmico mayor de 12 mm.



La sustitución de los marcos preexistentes por marcos con rotura de puente térmico en las fachadas mejora la calificación energética en no más que un 2%. En contra de lo que viene sucediendo, esta mejora lo es tanto para calefacción como para refrigeración. Sin embargo, parece una mejora muy poco sustanciosa dado el gran número de huecos de fachada.

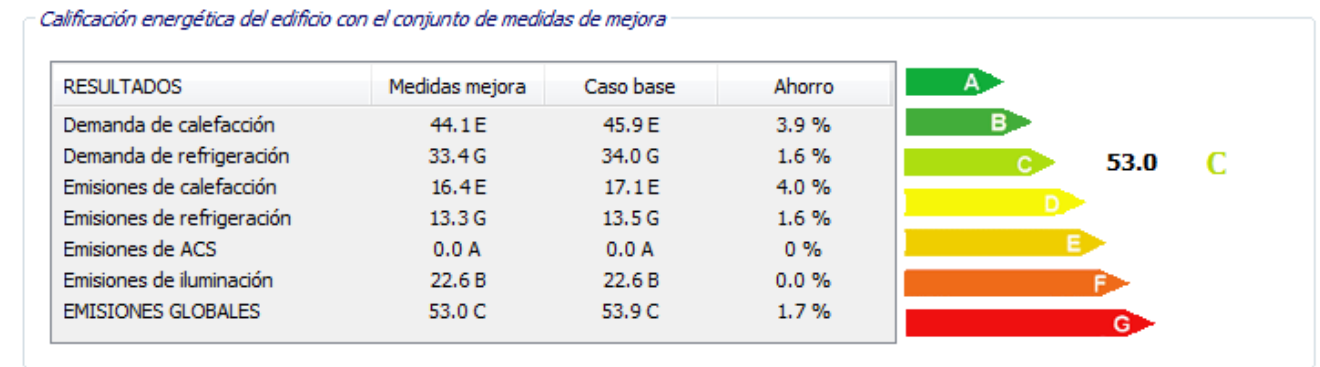


Ilustración 9. Efecto en la calificación energética de la mejora de la transmitancia de los marcos en fachadas

La mejora que experimenta el edificio cuando los huecos afectados por la sustitución de marcos son de cubierta es mayor. Las emisiones globales del edificio mejoran casi un 3%. La demanda de refrigeración disminuye un gran 11% y la de calefacción apenas se mueve. Por lo tanto, es más viable la sustitución de los marcos en cubierta que en fachada.

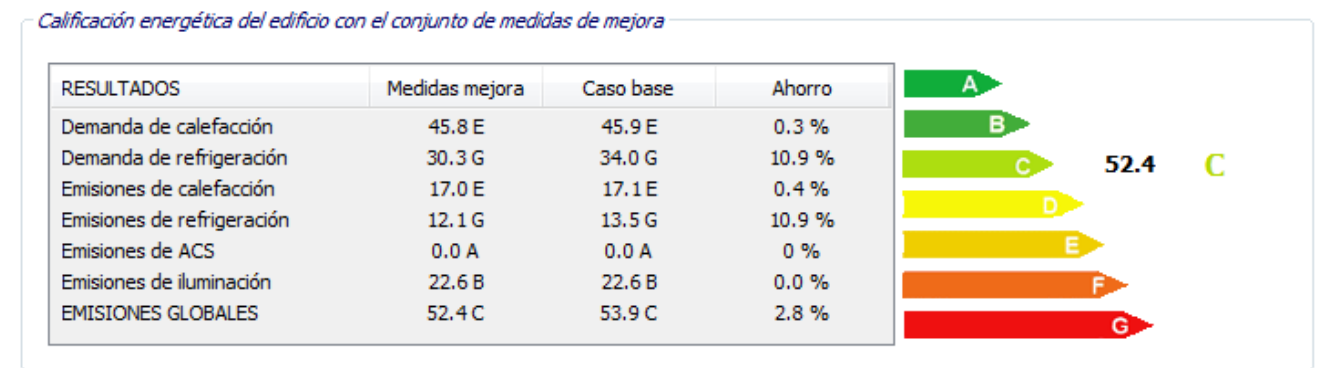


Ilustración 10. Efecto en la calificación energética de la mejora de la transmitancia de los marcos en cubierta

### 1.2.3. PUNTES TÉRMICOS

La mejora de los puentes térmicos de un edificio no es algo sencillo. Un buen modo es realizar una rehabilitación de la fachada añadiendo aislamiento por el exterior, mejorando así las transmitancias de todos los puentes térmicos del edificio. Esta medida ya se ha analizado con anterioridad en el punto 1.2.1, por lo que no se volverá a incidir en ello.

Una segunda opción es realizar un trasdosado de los pilares. Mediante esta reforma se consigue una reducción del puente térmico de pilares integrados en fachada y en esquina. Esta medida aparece por defecto en el programa CE3X y él mismo asigna unos valores a las nuevas transmitancias de los puentes térmicos después de implementar la mejora, Asigna un valor de 0,19 W/mk a los pilares de fachada y de 0,03 W/mk a los pilares de esquina.

Al introducir esta medida en el programa se observa que la mejora de la calificación energética es casi nula. La mejora que produce en calefacción se anula por las peores condiciones de refrigeración del edificio. Por ello se desaconseja esta medida al ser muy poco efectiva.

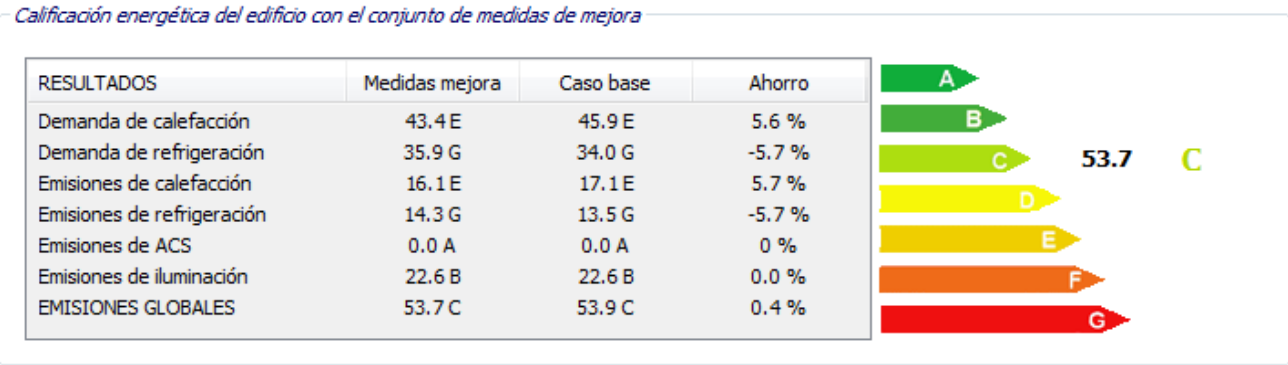


Ilustración 11. Efecto en la calificación energética del trasdosado de pilares

### 1.2.4. INSTALACIONES

A primera vista, este parece que será el punto en el que las mejoras surtirán un mayor efecto en la eficiencia energética del edificio. Los novedosos equipos de alta eficiencia energética y las bajas emisiones de las fuentes de energía renovables dejan muy mal paradas a las calderas estándar de gasóleo que son el principal sustento del edificio. Las mejoras pueden afectar a las instalaciones de refrigeración también, aunque dada la baja presencia de éstas en el edificio parece que su efecto sobre la eficiencia energética será menor que en el caso de la calefacción.

El programa CE3X propone una serie de equipos y les asigna unos rendimientos por defecto. Es conveniente ajustar la superficie acondicionada para ajustarse a la realidad, ya que el objetivo de este trabajo no es acondicionar el 100% de la superficie, sino mejorar la eficiencia de lo presente. Por ello, los análisis se centrarán en los grandes equipos de calefacción.

El primer equipo que propone el programa es una caldera de condensación de gas natural con un rendimiento medio estacional del 95% para abastecer la demanda de calefacción. Sustituyendo las tres grandes calderas del edificio por este equipo se consigue una mejora de las emisiones globales de dióxido de carbono del edificio de más del 12%. Las emisiones de calefacción mejoran un 39%.

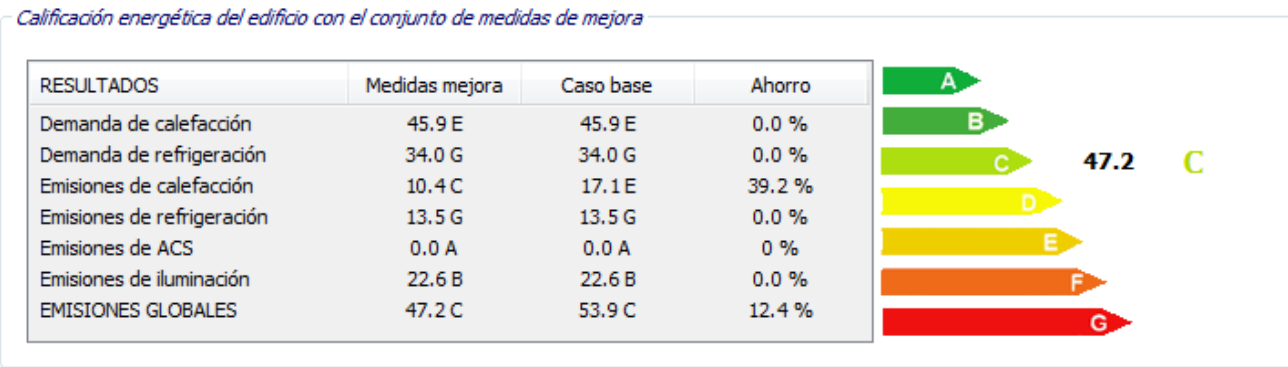


Ilustración 12. Efecto en la calificación energética de la sustitución de las calderas por una caldera de condensación

La segunda propuesta es la sustitución de las calderas por otras similares pero con una combustión más eficiente, alcanzando rendimientos medios estacionales del 95%. Esta mejora, como ya se puede prever, no tiene apenas incidencia en la eficiencia energética comparada con la que pueden tener instalaciones de otro tipo. La mejora de las emisiones de calefacción es solo del 11,5%, alcanzando un ahorro total de emisiones del 3,6%.

La medida que va a obtener una mejora de la eficiencia energética más grande es la sustitución de las calderas por una caldera de biomasa. El programa le asigna un rendimiento medio estacional del 80% a este equipo. Las emisiones globales se reducen casi un 30% y un increíble 93% en calefacción. En lo que a la calificación energética se refiere, es el equipo más rentable.

La mejora también es muy grande cuando se sustituyen las calderas por una bomba de calor de alta eficiencia energética. El programa establece por defecto un rendimiento medio estacional altísimo de un 420%, al que

desde luego no llega cualquier bomba de calor. Con esta medida las emisiones globales mejoran algo más del 17% y las emisiones de calefacción se reducen a menos de la mitad.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	45.9 E	45.9 E	0.0 %	A
Demanda de refrigeración	34.0 G	34.0 G	0.0 %	B
Emisiones de calefacción	15.1 E	17.1 E	11.5 %	C
Emisiones de refrigeración	13.5 G	13.5 G	0.0 %	D
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %	E
Emisiones de iluminación	22.6 B	22.6 B	0.0 %	F
EMISIONES GLOBALES	52.0 C	53.9 C	3.6 %	G

Ilustración 13. Efecto en la calificación energética de la renovación de las calderas con unas similares

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	45.9 E	45.9 E	0.0 %	A
Demanda de refrigeración	34.0 G	34.0 G	0.0 %	B
Emisiones de calefacción	1.2 A	17.1 E	92.9 %	C
Emisiones de refrigeración	13.5 G	13.5 G	0.0 %	D
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %	E
Emisiones de iluminación	22.6 B	22.6 B	0.0 %	F
EMISIONES GLOBALES	38.0 C	53.9 C	29.5 %	G

Ilustración 14. Efecto en la calificación energética de la sustitución de las calderas por una caldera de biomasa

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	45.9 E	45.9 E	0.0 %	A
Demanda de refrigeración	34.0 G	34.0 G	0.0 %	B
Emisiones de calefacción	7.8 C	17.1 E	54.3 %	C
Emisiones de refrigeración	13.5 G	13.5 G	0.0 %	D
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %	E
Emisiones de iluminación	22.6 B	22.6 B	0.0 %	F
EMISIONES GLOBALES	44.7 C	53.9 C	17.2 %	G

Ilustración 15. Efecto en la calificación energética de la sustitución de las calderas por una bomba de calor de alta eficiencia energética

Por último, el programa propone una serie de medidas de contribución energética al edificio por parte de instalaciones de energía renovable. Una contribución energética de un 20% (la que incluye el programa por defecto) mediante energía solar térmica a la calefacción del edificio mejoraría las emisiones globales en un 6% y las emisiones de calefacción en un 20%.

La otra propuesta de contribución energética es un aporte de electricidad al edificio mediante energía solar fotovoltaica. El programa establece por defecto un aporte de 47.893 kWh/año. Esto supondría una mejora de las emisiones globales del 5%.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	45.9 E	45.9 E	0.0 %	A
Demanda de refrigeración	34.0 G	34.0 G	0.0 %	B
Emisiones de calefacción	13.7 D	17.1 E	20.0 %	C
Emisiones de refrigeración	13.5 G	13.5 G	0.0 %	D
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %	E
Emisiones de iluminación	22.6 B	22.6 B	0.0 %	F
EMISIONES GLOBALES	50.5 C	53.9 C	6.3 %	G

Ilustración 16. Efecto en la calificación energética de contribuciones energéticas a la calefacción del 20%

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	45.9 E	45.9 E	0.0 %	A
Demanda de refrigeración	34.0 G	34.0 G	0.0 %	B
Emisiones de calefacción	17.1 E	17.1 E	0.0 %	C
Emisiones de refrigeración	13.5 G	13.5 G	0.0 %	D
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %	E
Emisiones de iluminación	22.6 B	22.6 B	0.0 %	F
EMISIONES GLOBALES	51.2 C	53.9 C	5.0 %	G

Ilustración 17. Efecto en la calificación energética de contribuciones energéticas a la electricidad

### 1.2.5. CONCLUSIONES DE LAS MEDIDAS POR DEFECTO

Estas medidas por defecto sirven para hacerse a la idea de por dónde es mejor acometer la mejora de la eficiencia energética del edificio. En el siguiente apartado se analizarán más en profundidad las medidas que han resultado más beneficiadas de este primer análisis. Si bien, se pueden sacar algunas conclusiones:

- ❖ Aumentar el aislamiento térmico de cubiertas y/o fachadas no beneficia a la eficiencia energética globalmente.
- ❖ La sustitución por vidrios bajo emisivos, por vidrios de bajo factor solar y por carpinterías con rotura de puente térmico, es siempre más efectiva en cubierta. Dado que, además, la relación de huecos en cubierta es del 42% con respecto a los de fachada, parece lógico dar prioridad a la mejora de los lucernarios. Si bien, todas estas mejoras en todos los huecos suponen una mejora de la eficiencia energética.
- ❖ El trasdosado de pilares para reducir los puentes térmicos de éstos apenas influye en la eficiencia energética del edificio globalmente hablando.
- ❖ Un gran impacto en la eficiencia energética de las tres calderas de gasóleo del edificio hace primordial su sustitución por equipos con altos rendimientos o fuentes renovables con bajas emisiones a la atmósfera. Son varias las opciones, destacando las bombas de calor y la biomasa.
- ❖ Las energías solar fotovoltaica y térmica pueden servir de apoyo al edificio para abastecer sus necesidades de climatización y electricidad. Sin embargo, en este edificio se desecha la opción de la solar térmica, ya que su instalación no es aconsejable para equipos de climatización que no trabajen a baja temperatura. El problema de la energía solar térmica destinada a calefacción es que la mayor radiación solar se produce en verano, cuando no hay demanda, y en invierno la radiación es reducida. Por ello solo es aconsejable para radiadores a baja temperatura o sistemas de suelo radiante.



1.3. ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS Y SU VIABILIDAD ECONÓMICA

1.3.1. MEMORIA DE CÁLCULO

Además de la introducción de conjuntos de mejora de la eficiencia energética, el programa CE3X permite hacer un primer análisis de la viabilidad de estas medidas a partir de la introducción de los precios de la energía actuales y del coste de la reforma. El método que utiliza es el del VAN (Valor Actual Neto). Para su cálculo, se han rellenado los precios de la energía con el complemento que suministra en su web “www.efinova.es” la empresa desarrolladora de la herramienta. La vida útil se ha estimado de 50 años para elementos de la envolvente, 20 para instalaciones y 25 para contribuciones energéticas.

Definición de los parámetros económicos

Precio asociado a los diferentes combustibles

Gas Natural	0.070	€/kWh
Gasóleo-C	0.090	€/kWh
Electricidad	0.180	€/kWh
GLP	0.080	€/kWh
Carbón	0.150	€/kWh
Biocarburante	0.090	€/kWh
Biomasa/Renovable	0.050	€/kWh
Electricidad generada para autoconsumo	0.180	€/kWh

Datos económicos

Incremento anual del precio de la energía	4.5	%
Tipo de interés o coste de oportunidad	2.1	%

En este punto se realizará el análisis económico con el programa a partir de los costes estimados en el generador de precios del programa CYPE Ingenieros. Además se introducirán las características de los nuevos elementos de la envolvente e instalaciones a partir de la base de datos de CYPE, profundizando un poco más que en las opciones por defecto del programa.

Para un cálculo más exacto, CYPE permite la introducción de unos datos generales que se ajusten al edificio objeto.

Se analizará la viabilidad de las medidas que resultaron una mejora para la eficiencia energética en el análisis de medidas por defecto. El objeto de este análisis es seleccionar un conjunto de mejoras para el edificio, por lo que los cálculos aquí expresados no son definitivos, y los métodos de cálculo se han simplificado lo máximo posible. Aunque los cálculos son mucho más exactos que en el capítulo anterior, solamente se trata de interpolaciones cuyo fin último es concluir cuál es el conjunto de medidas más adecuado. Será en el bloque V cuando se realice un análisis exacto del presupuesto y la nueva certificación.

En la envolvente se hará un análisis exhaustivo de los huecos. Aquí las opciones son varias, desde la instalación de vidrios bajo emisivos que mejoren la demanda de calefacción hasta la instalación de vidrios de bajo factor solar que mejoren la demanda de refrigeración. Una opción sería sustituir solamente los vidrios dejando la carpintería existente. Sin embargo, esto limita las características del nuevo vidrio al tener que limitarse a las medidas del vidrio pre-existente. Por ello, sólo se analizará la sustitución completa de ventanas, y, como una opción más económica, la instalación de láminas de protección solar.

En este punto entra en juego también el ahorro económico, que en ocasiones no tiene porque ser directamente proporcional al ahorro de emisiones.

En primer lugar, se tomarán las soluciones más representativas de elementos constructivos y equipamiento contenidos en el generador de precios de la construcción de CYPE (relacionadas con las medidas de mejora con resultados positivos analizadas en el capítulo anterior). De ellas se extraerán los valores de sus características relacionadas con la eficiencia energética, así como los precios descompuestos de la sustitución de los elementos e instalaciones actuales por éstos nuevos.

Con el objetivo de comparar todas las mejoras entre sí y seleccionar las más adecuadas, se hará una tabla resumen que incluya cada hipótesis de mejora con sus características, precios, resultados de una hipotética nueva certificación energética con dichas mejoras, análisis del Valor Actual Neto y los años necesarios para recuperar la inversión.

Los criterios tomados para el cálculo de este capítulo se resumen en lo siguiente:

- ❖ Los datos generales introducidos en el módulo de generación de precios de CYPE se resumen en la Ilustración 19.

Superficie de la intervención15363.00 m²Número de plantas sobre rasante4

Superficie de la planta tipo3840.00 m²Número de plantas bajo rasante0

Tipo de viviendaUnifamiliarAdosadasPlurifamiliaresOtros usos

SituaciónEntre medianerasEn chaflánAislada

Geometría de la planta

MercadoEn alzaCrecimiento moderadoCrecimiento sostenido (normal)Recesión moderadaRecesión acusada (crisis)

Dificultad de accesoRestringidoLimitadoSin dificultad

Almacenamiento de materiales y escombrosSin espacioReducidoLimitadoSuficiente

Transporte de materialesDistancia largaCon varios trayectosTransporte manualElevación manualSin dificultad

Grado de intervenciónIntegralParcialPuntual

Estado de conservación del edificioBuenoRegularDeficienteMuy deficienteRuinoso

Dificultad de ejecuciónMínimaModeradaAltaAlta, con apuntalamiento general de la obra

Presencia de usuariosPresencia permanentePresencia ocasionalSin presencia

Distancia a vertedero autorizado13.00 km

Ilustración 19. Captura del programa CYPE para la introducción de datos generales en el generador de precios

- ❖ El valor de la transmitancia de un mismo vidrio o carpintería es diferente según se trate de un flujo de calor vertical u horizontal. Estas diferencias son mucho mayores cuando se trata de vidrios con baja resistencia térmica. Sin embargo, a medida que esta transmitancia disminuye, las diferencias tienden a ser menores. Además, en el caso de la ETS de Ingenieros de Caminos, los vidrios de cubierta no son completamente horizontales. Por ello, para el cálculo de sustitución de ventanas se ha optado por no tener esas leves diferencias en cuenta.
- ❖ Para el cálculo del precio de la sustitución de ventanas se ha seleccionado un acristalamiento doble con cámara de aire como la opción pre-existente, lo cual penaliza algo el precio final al ser más caro que cuando se trata de vidrios monolíticos (caso de muchos vidrios del edificio).
- ❖ El cálculo del precio de la sustitución de ventanas al completo se ha calculado suponiendo ventanas de dimensiones 1,00 m\*1,00 m para así poder tener en cuenta el precio por metro cuadrado. Además, para



simplificar el cálculo se han seleccionado ventanas correderas, aunque gran parte de la superficie acristalada es fija, lo que penaliza algo el precio final.

- ❖ La superficie calculada para las láminas de protección solar se ha obtenido descontando el porcentaje de marco de los huecos del edificio, mediante una media ponderada según la zona se trate de fachada o cubierta.
- ❖ Las láminas de protección solar tienen como efecto una reducción de los valores de transmitancia y de factor solar en los vidrios en los que se colocan. Para el cálculo de estos valores se ha realizado una media ponderada de su efecto, ya se trate de zona de cubierta, zona de fachada o una combinación de ambas, y teniendo en cuenta el porcentaje de vidrios dobles o vidrios laminados.
- ❖ Las características de las láminas de protección solar se han extraído de la marca comercial “3M”. Los precios de las láminas en CYPE se han seleccionado a partir de su color y escogiendo el rollo de láminas de mayor ancho (lo que penaliza el precio).
- ❖ El incremento de costes de mantenimiento que recoge el programa CE3X para el cálculo se ha dejado sin cubrir, estimando que será un coste similar al del mantenimiento del elemento sustituido. Se analizará más exhaustivamente en el siguiente bloque.
- ❖ Para el cálculo de las contribuciones energéticas mediante la instalación de energía solar fotovoltaica no se disponen de datos en CYPE. Se ha estimado un precio de instalación por vatio de 1,50 € (en el año 2013 el ratio estaba entre 1,00 y 1,50 €/W según un artículo de la web “ennaranja.com” del año 2013). Se ha consultado un catálogo de Hispania Solar en el que el rendimiento en los primeros 10 años de los paneles fotovoltaicos es del 90%. Además, las pérdidas por orientación estarán entre el 5 y el 10% (calculándolas por el método gráfico incluido en el DB-HE del Código Técnico), teniendo en cuenta la latitud de A Coruña (que es apenas 2º mayor a la del gráfico referencia), el ángulo de azimut al que se instalarán los paneles (-37º) y la inclinación con la que se instalarán (43º), la misma que la latitud). La instalación se ha supuesto sobre la cubierta más situada al sur, la cual no tiene apenas sombras, por lo que éstas pérdidas son despreciables.

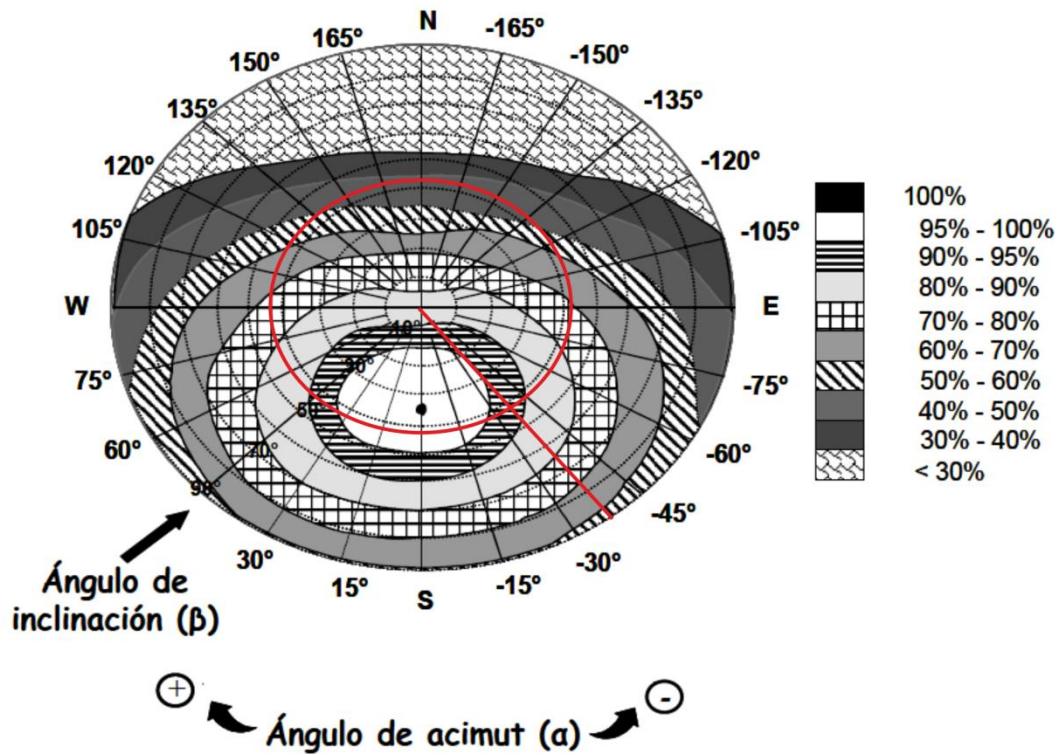


Ilustración 20. Cálculo de pérdidas por orientación e inclinación según el DB HE

- ❖ Para la sustitución de los equipos de calefacción, se ha añadido en el precio total de estas medidas de mejora el precio del desmontaje de los equipos existentes.
- ❖ Se ha estimado una vida útil de 50 años para elementos constructivos y de 20 para instalaciones.
- ❖ El coste de las medidas no incluye beneficio industrial, gastos generales, ni impuestos por lo que los cálculos serán a la baja.
- ❖ Las marcas y modelos seleccionados para los cálculos de las medidas de mejora son los siguientes:

REF	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
H-01/H-05	Doble acristalamiento "Aislaglas" con cámara de aire y vidrios estándar "Float incoloro" 6/6/6 con carpintería de aluminio con rotura de puente térmico
H-06/H-10	Doble acristalamiento "LOW.s Baja emisividad térmica" con cámara de aire, vidrio exterior de baja emisividad térmica LOW.s y vidrio interior "Tepla.Lite Azur.lite color azul" de "Unión Vidriera Aragonesa" 6/6/6 on carpintería de aluminio con rotura de puente térmico
H-11/H15	Doble acristalamiento "Solar.lite Control solar+LOW.s Baja emisividad térmica" con cámara de gas argón y vidrio exterior "Tepla.Lite Solar.lite Silver" de "Unión Vidriera Aragonesa" 6/14/6 on carpintería de aluminio con rotura de puente térmico
H-16/H-20	Doble acristalamiento "Solar.lite Control solar+LOW.s Baja emisividad térmica" con cámara de gas argón y vidrio exterior "Tepla.Lite Solar.lite Clear" de "Unión Vidriera Aragonesa" 5/14/6 on carpintería de aluminio con rotura de puente térmico
H-21/H-25	Lámina de control solar "3M P-18 ARL plata" por el interior
H-26/H-30	Lámina de control solar "3M RE-20 NEARL bronce" por el interior
H-31/H-35	Lámina de control solar "3M NV-15 visión nocturna bronce" por el interior
H-36/H-40	Lámina de control solar "3M NV-35 visión nocturna bronce" por el interior
H-41/H-45	Lámina de control solar "3M NV-45 visión nocturna bronce" por el interior
I-01	Dos calderas genéricas a gas de condensación de 350 kW y una de 460 kW
I-02	Dos calderas genéricas a gasóleo de condensación de hasta 350 kW y una de hasta 465 kW
I-03	Caldera genérica de biomasa para la combustión de pellets de 1000 kW
I-04	Tres bombas de calor reversible modelo EWFVB "Hitecsa" de potencia calorífica nominal 335,8 kW
CE-01/CE-02	Captador solar fotovoltaico "Hispania Solar Blue Solar SPM280-24" de 280 W

## 1.3.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS MEDIDAS DE MEJORA

TABLA COMPARATIVA DE MEDIDAS DE MEJORA EN LOS HUECOS													
REFERENCIA	ELEMENTO SUSTITUIDO	ZONA AFECTADA	SUPERFICIE [m2]	NUEVA EMISIVIDAD [W/mk]	NUEVO FACTOR SOLAR	NUEVO MARCO [W/mk]	CALIFICACIÓN GLOBAL	MEJORA DE DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [%]	MEJORA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN [%]	PRECIO/m2 [€]	PRECIO TOTAL[€]	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	VAN [€]
H-01	Ventana	Cubierta	782,20	3,30	0,75	3,20	52,30	11,60	0,30	362,62	283.641,36	326,80	-200.684,30
H-02	Ventana	Fachada sur	578,04	3,30	0,75	3,20	53,20	3,00	1,70	362,62	209.608,86	172,20	-93.250,30
H-03	Ventana	Fachada norte	1.263,84	3,30	0,75	3,20	53,80	-1,50	2,20	362,62	458.293,66	363,80	-337.881,90
H-04	Ventana	Cubierta+sur	1.360,24	3,30	0,75	3,20	51,80	13,40	1,80	362,62	493.250,23	266,30	-316.215,10
H-05	Ventana	Todos	2.624,08	3,30	0,75	3,20	51,60	12,00	3,90	362,62	951.543,89	312,40	-660.371,70
H-06	Ventana	Cubierta	782,20	2,50	0,41	3,20	49,10	36,50	-0,30	400,13	312.981,69	168,90	-135.886,40
H-07	Ventana	Fachada sur	578,04	2,50	0,41	3,20	51,70	19,20	-2,00	400,13	231.291,15	-1.789,40	-243.647,00
H-08	Ventana	Fachada norte	1.263,84	2,50	0,41	3,20	53,40	3,10	0,70	400,13	505.700,30	853,00	-449.027,90
H-09	Ventana	Cubierta+sur	1.360,24	2,50	0,41	3,20	46,70	56,90	-2,60	400,13	544.272,83	331,20	-387.197,30
H-10	Ventana	Todos	2.624,08	2,50	0,41	3,20	46,10	60,00	-1,90	400,13	1.049.973,13	474,70	-838.519,30
H-11	Ventana	Cubierta	782,20	1,10	0,17	3,20	46,50	58,10	-2,50	418,48	327.335,06	185,30	-158.462,70
H-12	Ventana	Fachada sur	578,04	1,10	0,17	3,20	51,20	22,40	-1,90	418,48	241.898,18	2.660,80	-233.207,70
H-13	Ventana	Fachada norte	1.263,84	1,10	0,17	3,20	53,10	5,10	-0,20	418,48	528.891,76	172,40	-235.593,50
H-14	Ventana	Cubierta+sur	1.360,24	1,10	0,17	3,20	44,50	75,20	-4,30	418,48	569.233,24	348,90	-413.251,50
H-15	Ventana	Todos	2.624,08	1,10	0,17	3,20	43,80	70,80	3,20	418,48	1.098.125,00	185,10	-531.138,50
H-16	Ventana	Cubierta	782,20	1,10	0,41	3,20	48,60	33,00	5,10	408,92	319.857,22	64,80	151.717,30
H-17	Ventana	Fachada sur	578,04	1,10	0,41	3,20	52,00	12,60	1,60	408,92	236.372,12	142,10	-77.326,30
H-18	Ventana	Fachada norte	1.263,84	1,10	0,41	3,20	53,10	8,90	-5,10	408,92	516.809,45	100,60	-25.963,00
H-19	Ventana	Cubierta+sur	1.360,24	1,10	0,41	3,20	46,90	44,20	6,50	408,92	556.229,34	86,40	59.253,30
H-20	Ventana	Todos	2.624,08	1,10	0,41	3,20	46,10	36,70	16,80	408,92	1.073.038,79	87,50	98.778,50
H-21	Lámina	Cubierta	694,59	4,71	0,26	-	50,10	45,30	-13,60	27,81	19.316,65	-0,30	-547.178,00
H-22	Lámina	Fachada sur	441,04	3,10	0,32	-	52,40	18,10	-5,30	27,81	12.265,45	-5,60	-220.591,80
H-23	Lámina	Fachada norte	964,31	3,10	0,32	-	53,80	8,90	-6,00	27,81	26.817,46	-8,60	-326.638,40
H-24	Lámina	Cubierta+sur	1.135,64	3,60	0,30	-	48,80	57,30	-15,00	27,81	31.582,10	-5,40	-595.658,40
H-25	Lámina	Todos	2.099,95	3,60	0,30	-	49,10	66,80	-24,70	27,81	58.399,55	-5,20	-1.133.553,40
H-26	Lámina	Cubierta	694,59	5,16	0,41	-	51,30	32,70	-10,40	51,26	35.604,87	-7,90	-465.971,50
H-27	Lámina	Fachada sur	441,04	3,30	0,52	-	53,00	10,60	-2,70	51,26	22.607,94	-21,50	-122.988,80
H-28	Lámina	Fachada norte	964,31	3,30	0,52	-	53,80	6,20	-3,80	51,26	49.430,53	-25,20	-237.202,40
H-29	Lámina	Cubierta+sur	1.135,64	3,88	0,49	-	50,80	32,70	-7,80	51,26	58.212,81	-20,20	-333.967,10
H-30	Lámina	Todos	2.099,95	3,88	0,49	-	51,20	40,20	-15,90	51,26	107.643,34	-14,50	-816.389,40
H-31	Lámina	Cubierta	694,59	4,99	0,31	-	50,60	41,40	-13,00	51,26	35.604,87	-6,40	-570.343,40
H-32	Lámina	Fachada sur	441,04	3,10	0,40	-	52,60	14,90	-4,10	51,26	22.607,94	-13,80	-179.257,60
H-33	Lámina	Fachada norte	964,31	3,10	0,40	-	53,70	7,40	-4,70	51,26	49.430,53	-20,50	-280.178,50
H-34	Lámina	Cubierta+sur	1.135,64	3,69	0,37	-	49,50	48,10	-12,30	51,26	58.212,81	-12,20	-512.578,60
H-35	Lámina	Todos	2.099,95	3,69	0,37	-	49,90	56,70	-21,30	51,26	107.643,34	-11,00	-1.041.181,60
H-36	Lámina	Cubierta	694,59	5,06	0,46	-	51,40	24,80	-4,60	51,26	35.604,87	-25,40	-169.819,70
H-37	Lámina	Fachada sur	441,04	3,10	0,55	-	53,00	9,00	-1,90	51,26	22.607,94	-36,20	-82.362,80
H-38	Lámina	Fachada norte	964,31	3,10	0,55	-	53,70	4,30	-2,20	51,26	49.430,53	-45,70	-152.825,30

TABLA COMPARATIVA DE MEDIDAS DE MEJORA EN LOS HUECOS													
REFERENCIA	ELEMENTO SUSTITUIDO	ZONA AFECTADA	SUPERFICIE [m2]	NUEVA EMISIVIDAD [W/mk]	NUEVO FACTOR SOLAR	NUEVO MARCO [W/mk]	CALIFICACIÓN GLOBAL	MEJORA DE DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [%]	MEJORA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN [%]	PRECIO/m2 [€]	PRECIO TOTAL[€]	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	VAN [€]
H-39	Lámina	Cubierta+sur	1.135,64	3,71	0,52	-	51,10	27,90	-5,40	51,26	58.212,81	-34,40	-220.001,60
H-40	Lámina	Todos	2.099,95	3,71	0,52	-	51,40	34,30	-12,00	51,26	107.643,34	-20,00	-621.584,80
H-41	Lámina	Cubierta	694,59	4,67	0,44	-	51,40	28,50	-7,60	51,26	35.604,87	-11,80	-322.939,80
H-42	Lámina	Fachada sur	441,04	3,10	0,51	-	52,90	10,60	-2,50	51,26	22.607,94	-25,20	-108.201,40
H-43	Lámina	Fachada norte	964,31	3,10	0,51	-	53,70	5,30	-2,90	51,26	49.430,53	-34,60	-185.898,00
H-44	Lámina	Cubierta+sur	1.135,64	3,59	0,49	-	50,70	31,40	-6,10	51,26	58.212,81	-30,30	-241.599,30
H-45	Lámina	Todos	2.099,95	3,59	0,49	-	51,00	37,80	-12,50	51,26	107.643,34	-19,60	-631.697,70

TABLA COMPARATIVA DE MEDIDAS DE MEJORA EN LAS INSTALACIONES											
REFERENCIA	ELEMENTO SUSTITUIDO	NUEVO ELEMENTO	COMBUSTIBLE	RENDIMIENTO NOMINAL [%]	CALIFICACIÓN GLOBAL	MEJORA DE REFRIGERACIÓN [%]	MEJORA DE CALEFACCIÓN [%]	PRECIO TOTAL[€]	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	VAN [€]	
I-01	Calderas	Calderas de condensación	Gas	95,00	48,60	-	31,10	49.083,15	1,60	722.119,60	
I-02	Calderas	Calderas de condensación	Gasóleo	95,00	51,00	-	17,40	36.321,17	2,50	338.232,70	
I-03	Calderas	Calderas	Biomasa	80,00	38,00	-	92,90	112.032,41	3,70	667.670,80	
I-04	Calderas	Bomba de calor	Aire-agua	325,00	48,20	-	33,70	177.879,93	5,90	593.322,60	

TABLA COMPARATIVA DE MEDIDAS DE MEJORA DE CONTRIBUCIONES ENERGÉTICAS									
REFERENCIA	ENERGÍA DE APOYO	CONTRIBUCIÓN ENERGÉTICA [kWh/año]	PRECIO POR W INSTALADO [€]	POTENCIA INSTALADA NECESARIA [Kw]	CALIFICACIÓN GLOBAL	MEJORA DE EMISIONES GLOBALES [%]	PRECIO TOTAL[€]	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	VAN [€]
CE-01	Eléctrica	50.000,00	1,50	58.479,53	51,10	5,30	87.719,30	9,70	220.911,00
CE-02	Eléctrica	100.000,00	1,50	116.959,06	48,20	10,60	175.438,60	9,70	441.821,10

De cada una de estas tablas se puede extraer una medida de mejora y seleccionar así el conjunto de mejoras más adecuado. Lo primero es ver cuáles son las medidas más rentables económicamente y cuáles tienen un mayor efecto en la mejora de la eficiencia energética.

Las primeras medidas a descartar serán las que no sean viables económicamente, o lo que es lo mismo, las que hayan obtenido un VAN negativo. Entre ellas están medidas que mejoran mucho la certificación energética, pero que sin embargo no suponen un ahorro económicamente hablando.

En los paquetes de medidas de contribuciones energéticas y de sustituciones de los equipos de climatización todas las medidas son viables. En los equipos de climatización, destaca la instalación de calderas de biomasa, que por sí sola casi alcanza la calificación energética B. Los tiempos de recuperación de la inversión en estas medidas son realmente reducidos, entre 1 y 6 años, sobresaliendo los 1,60 años para las calderas de condensación a gas.

En cuanto a las contribuciones energéticas, el plazo de amortización es el mismo. La diferencia se hace patente en cuanto a la eficiencia energética y el ahorro anual, que se hace mayor cuanto mayor es la superficie de captadores instalada (o mayor es la contribución energética).

En cambio, de las 45 hipótesis calculadas para mejoras en los huecos del edificio solamente 3 son viables económicamente: "H-16", "H-19" y "H-20". Esto se debe a que estas medidas mejoran principalmente la demanda de refrigeración, cuyo período es mucho menor que el de calefacción y que, además, sólo tiene equipos cubriendo un 10% de la superficie útil de la envolvente. En conclusión, el gasto económico en climatización está ligado casi por completo a la calefacción. Sin embargo, la mayoría de las medidas de mejora de huecos suponen una mejora de la eficiencia energética y, sobre todo, una gran mejora de la demanda de refrigeración, alcanzando mejoras superiores al 50% en muchos casos. Por ello, se incluirán en los conjuntos de mejoras analizados algunas de las medidas de instalación de láminas de protección solar, debido a su baja inversión inicial y a la mejora energética obtenida.



1.3.3. SELECCIÓN DE UN CONJUNTO DE MEJORAS

Los objetivos que debe cumplir el conjunto de mejoras seleccionado son los siguientes:

- ❖ Mejorar la calificación energética por lo menos en 1 letra.
- ❖ Ser viable económicamente, con un plazo de recuperación de la inversión razonable.
- ❖ Mejorar la demanda de refrigeración con el consiguiente aumento de confort.
- ❖ No suponer un desembolso económico inicial disparatado.

Para mejorar la demanda de refrigeración, el mejor método es reducir el factor solar, como mínimo, de los huecos de cubierta. Por otra parte, para conseguir un ahorro económico, las mejoras deben ir encaminadas a mejorar la demanda y los equipos de calefacción, e instalar paneles solares fotovoltaicos que apoyen a la demanda eléctrica del edificio.

Obtener la letra “A” es bastante complicado. Para alcanzarla es necesario obtener un valor de emisiones globales de 22,0 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año. Para ello se necesitaría coger las tres medidas con mayor ahorro de emisiones globales de los tres grupos, y todavía habría que incrementar en 10.000 kWh/año las contribuciones con energía eléctrica para alcanzar esta letra en la escala de calificación. El objetivo, por tanto, será obtener la letra B. Esto se consigue situando el valor de emisiones globales por debajo de 35,8 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año.

REF	DESCRIPCIÓN	CONJUNTOS	CALIFICACIÓN GLOBAL	PRECIO TOTAL [€]	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	VAN [€]
C-01	Mejor letra	CE-02+I-03 +H-15	22,4 (B)	1.385.596,00	34,20	3.260.217,60
C-02	Mayor VAN	CE-02+I-01 +H-16	36,8 (C )	544.378,97	19,50	3.429.441,70
C-03	Menor inversión	CE-01+I-02 +H-24	42,9 (C )	155.622,56	19,40	1.345.032,40
C-04	Menor tiempo	CE-01+I-01 +H-16	39,6 (C )	456.659,67	18,30	2.788.413,00
C-05	Intermedia 1	CE-02+I-04 +H-16	37,2 (C )	673.175,75	23,90	3.613.134,80
C-06	Intermedia 2	CE-02+I-03 +H-19	25,7 (B)	843.700,35	24,20	3.771.209,40
C-07	Intermedia 3	CE-02+I-03 +H-24	24,8 (B)	319.053,10	16,00	3.734.768,60
C-08	Intermedia 4	CE-02+I-03 +H-21	26,4 (B)	306.787,65	15,80	3.724.348,40
C-09	Intermedia 5	CE-01+I-03 +H-16	30,7 (B)	519.608,93	19,20	3.260.186,70
C-10	Intermedia 6	CE-02+I-01 +H-24	33,0 (B)	256.103,84	14,70	3.256.270,40

Analizando una serie de conjuntos de mejora representativos, con las hipótesis de mejora más rentables económica y energéticamente, se observa que son varias las opciones para alcanzar una letra B. Los primeros cuatro conjuntos escogen las medidas con mejores resultados en la escala de calificación energética, VAN, menor inversión inicial (que derive en una buena mejora energética), y menor tiempo de amortización por ese orden. Se descartan por no superar la letra C los conjuntos del 2 al 5, ambos incluidos.

Cuando se combinan varias hipótesis de mejora, el resultado no es necesariamente la suma de los resultados de los tres conjuntos, sino que interactúan entre ellos. Por ello la suma de los mejores VAN, no es el conjunto con mejor VAN, o la suma de los menores tiempos de recuperación de la inversión, no es el conjunto con el mejor tiempo de recuperación de la inversión.

La mejor calificación energética la obtiene el conjunto de mejoras “C-01”. Se queda muy cerca de alcanzar la calificación A. Si bien, la inversión inicial, debido a la sustitución de todas las ventanas, supera por mucho el

millón de euros, suma económica demasiado elevada. Muy de cerca le siguen los conjuntos “C-07” y “C-08”, con una inversión casi un millón de euros inferior.

El mayor VAN lo obtiene el conjunto “C-04”, pero no mejora la letra obtenida, y su VAN es semejante al de los conjuntos “C-06”, “C-07” y “C-08”. Las medidas “C-07” y “C-08” solamente son superadas en menor tiempo de amortización por la “C-10”.

Analizando todas estas variables, se descartan los conjuntos del 1 al 6, por no alcanzar la letra B en la calificación o por suponer un desembolso económico inicial muy elevado. De los cuatro restantes, se descartan el “C-09” y el “C-10” por tener un VAN y una mejora en las emisiones globales significativamente menores.

Entre los dos conjuntos que quedan, el escogido es el “C-07” ya que económicamente tiene unos valores casi iguales que el conjunto “C-08”, pero lo mejora un poco en la calificación energética.

En resumen, el conjunto de medidas seleccionado contendrá las siguientes medidas:

- ❖ Contribución energética a la electricidad de en torno a unos 100.000 kWh/año mediante la instalación de paneles solares fotovoltaicos.
- ❖ Sustitución de las calderas de calefacción existentes por calderas de biomasa.
- ❖ Instalación de láminas de protección solar en las ventanas de cubierta y en las fachadas de orientación sur.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	52.8 F	45.9 E	-15.0 %
Demanda de refrigeración	14.5 E	34.0 G	57.3 %
Emisiones de calefacción	1.4 A	17.1 E	91.9 %
Emisiones de refrigeración	5.8 E	13.5 G	57.3 %
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %
Emisiones de iluminación	22.6 B	22.6 B	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	24.8 B	53.9 C	54.1 %

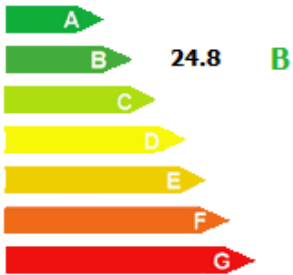


Ilustración 21. Mejora en la calificación energética orientativa con el conjunto de medidas seleccionado

1.4. NOTA ACLARATORIA SOBRE EL EFECTO DEL AISLAMIENTO EN LA DEMANDA DE REFRIGERACIÓN

En este edificio, al igual que en Xoana Capdevielle, ocurre que al añadir aislamiento en los cerramientos de la envolvente como medida de mejora, la demanda de refrigeración empeora. Tal y como explica el técnico Josep Solé<sup>1</sup> esto se debe a las hipótesis de cálculo de CE3X y su perfil ocupacional (temperaturas de consigna, régimen de ventilación...), según los cuales el edificio en condiciones de verano puede llegar a recalentarse hasta los 50º. En estos casos, el edificio tiene una temperatura mayor a la del ambiente exterior, por lo que el aislamiento es contraproducente al no permitir que se disipe el calor. Esta situación se hace patente en los dos edificios objeto del trabajo, probablemente agravada por el alto porcentaje de huecos que recibe radiación solar y por la escasa presencia de aparatos de refrigeración.

Definiendo un perfil ocupacional normal, con una ventilación nocturna adecuada y refrigeración en las horas diurnas, no debería producirse esta situación, y el aislamiento térmico debería ser beneficioso no sólo para la demanda de calefacción, sino también para la de refrigeración.

<sup>1</sup> SOLE BONET, Josep. *Foros soloarquitectura.com*: Reducir demanda de refrigeración en climas cálidos [foro de discusión] [consulta: 14 julio 2014]. Disponible en: <http://www.soloarquitectura.com/foros/threads/reducir-demanda-de-refrigeracion-en-climas-calidos.70446/>

## 2. EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE

### 2.1. CONCLUSIONES DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

De los resultados de la certificación energética se concluye que:

- ❖ CALEFACCIÓN. La demanda de calefacción obtiene la peor calificación posible, debido a los altos valores de la transmitancia de los cerramientos de la envolvente. La gran superficie acristalada se encuentra en su mayor parte orientada al norte y recibiendo sombras, lo que no beneficia en absoluto a las ganancias térmicas por radiación solar. Con una mejora de la resistencia térmica de muros y acristalamientos se conseguiría una gran mejora de este aspecto. En cuanto a los equipos de calefacción preexistentes, las dos bombas de calor instaladas tienen buenos rendimientos. De hecho, el edificio obtiene una letra E en lo que a emisiones de calefacción se refiere, a pesar de la mala calificación en demanda. Sin embargo, la caldera estándar de gasóleo que abastece al aula de estudios podría ser sustituida por un equipo más eficiente y/o con una energía que emita menos gases de efecto invernadero.
- ❖ REFRIGERACIÓN. Tanto la demanda de refrigeración como las emisiones de refrigeración obtienen una calificación E. Esto quiere decir que es mejorable, pero que tampoco es alarmante. Los equipos de refrigeración son dos bombas de calor con una buena eficiencia energética, por lo que en este caso no habrá que hacer modificaciones.
- ❖ ACS. El edificio no cuenta con demanda de agua caliente sanitaria.
- ❖ ILUMINACIÓN. Obtiene una buena letra B, por lo que parece que los equipos de iluminación son adecuados.
- ❖ OTROS CONSUMOS ENERGÉTICOS. El edificio tiene un consumo bastante elevado de equipos secundarios, como los fancoils y las unidades de tratamiento de aire. De todos modos, no parece que una sustitución de éstos vaya a suponer una gran mejora de la eficiencia energética.

Concluyendo, las mejoras irán dirigidas a mejorar principalmente las emisiones de calefacción y, si es posible, las de refrigeración. Se estudiará la mejora de los siguientes puntos:

- ❖ Mejora de la resistencia térmica de los cerramientos de la envolvente.
- ❖ Mejora de la transmitancia de los huecos.
- ❖ Reducción del factor solar de los huecos.
- ❖ Sustitución de las carpinterías de los huecos.
- ❖ Sustitución de la caldera de gasóleo por una más eficiente.
- ❖ Incorporación de un sistema de energía solar térmica de apoyo para la calefacción del aula de estudios.
- ❖ Incorporación de energía solar fotovoltaica como contribución eléctrica al edificio.

### 2.2. ANÁLISIS DE MEDIDAS POR DEFECTO DEL PROGRAMA CE3X

#### 2.2.1. AISLAMIENTO TÉRMICO

Para comenzar, lo que parece estar claro, es que las transmitancias de los muros de fachada son muy mejorables. Una mejora de la resistencia térmica de los muros de fachada prácticamente sólo afecta al aula de estudios, ya que en el otro bloque del edificio la casi totalidad de la superficie de fachada está acristalada. Para comprobar el efecto de una adición de aislamiento térmico por el exterior en fachadas en la herramienta CE3X, se supone un material aislante con un valor de transmitancia térmica de 0,034 W/mK.

Otra opción parecida sería añadir el aislamiento en fachadas, pero por el interior. Esta medida tiene el gran inconveniente de que solo mejora los puentes térmicos de pilares (puente térmico que no está presente en el edificio). Si bien, también es cierto que, tratándose del aula de estudios, no existen puentes térmicos de encuentros de la fachada con el cerramiento, ni de fachada con suelo en contacto con el exterior. El programa establece unos nuevos valores de puentes térmicos por defecto al realizar una adición de aislamiento térmico por el exterior que afectarán a todo el edificio. La reforma solo parece rentable en el aula de estudios por suponer prácticamente toda la superficie opaca de las fachadas del edificio, así que esta hipótesis de cálculo parece errónea. Para corregirla, los únicos valores nuevos de puente térmico que se introducen con la medida de adición de aislamiento por el exterior, son de contorno de huecos y de encuentro de fachada con cubierta.

Definición del nuevo valor de  $\phi$  de los puentes térmicos

Pilar integrado en fachada	$\phi$		W/mK
Pilar en esquina	$\phi$		W/mK
Contorno de hueco	$\phi$	0.02	W/mK
Caja de persiana	$\phi$		W/mK
Encuentro de fachada con forjado	$\phi$		W/mK
Encuentro de fachada con cubierta	$\phi$	0.26	W/mK
Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire	$\phi$		W/mK

Ilustración 22. Nuevo valor de los puentes térmicos mediante la adición de aislamiento por el exterior

Con un espesor añadido de 4 cm de aislamiento por el exterior de fachadas, se consigue una mejora en las emisiones globales del 6,7%, unas mejoras que rondan el 20% en calefacción, y un perjuicio del 8,1% en refrigeración. El ahorro en emisiones globales apenas aumenta incrementando el espesor del aislamiento. Un aislamiento de espesor 4 cm parece lo idóneo en este caso.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	63.9 G	83.4 G	23.4 %	A
Demanda de refrigeración	46.0 E	42.5 E	-8.1 %	B
Emisiones de calefacción	28.8 D	36.0 E	19.9 %	C
Emisiones de refrigeración	16.7 E	15.5 E	-8.1 %	D
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %	E
Emisiones de iluminación	28.4 B	28.4 B	0.0 %	F
EMISIONES GLOBALES	81.8 C	87.7 C	6.7 %	G

Ilustración 23. Efecto en la calificación energética de la adición de aislamiento térmico en muros de fachada (e=4cm)

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	61.9 G	83.4 G	25.8 %	A
Demanda de refrigeración	47.5 F	42.5 E	-11.7 %	B
Emisiones de calefacción	28.1 D	36.0 E	22.0 %	C
Emisiones de refrigeración	17.3 E	15.5 E	-11.6 %	D
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %	E
Emisiones de iluminación	28.4 B	28.4 B	0.0 %	F
EMISIONES GLOBALES	81.6 C	87.7 C	7.0 %	G

Ilustración 24. Efecto en la calificación energética de la adición de aislamiento térmico en muros de fachada (e=14cm)

Con lo que respecta al aislamiento por el interior de fachadas, con un espesor de 4 cm, la mejora en emisiones globales no llega al 4%, por lo que la opción de aislamiento por el exterior es más rentable energéticamente.

La transmitancia de suelos en contacto con el terreno y particiones depende más de otros factores que de la presencia de aislamiento, por lo que tampoco parece una opción de mejora que vaya a influir en gran medida en la eficiencia energética. Como ejemplo, añadiendo 4 cm de espesor de aislamiento en todo el suelo en contacto con el terreno, la mejora de demanda de calefacción solamente es del 2,4%, y la mejora de emisiones globales del 0,7%. El coste económico de llevar esto a cabo no es compatible con la pequeña mejora energética.

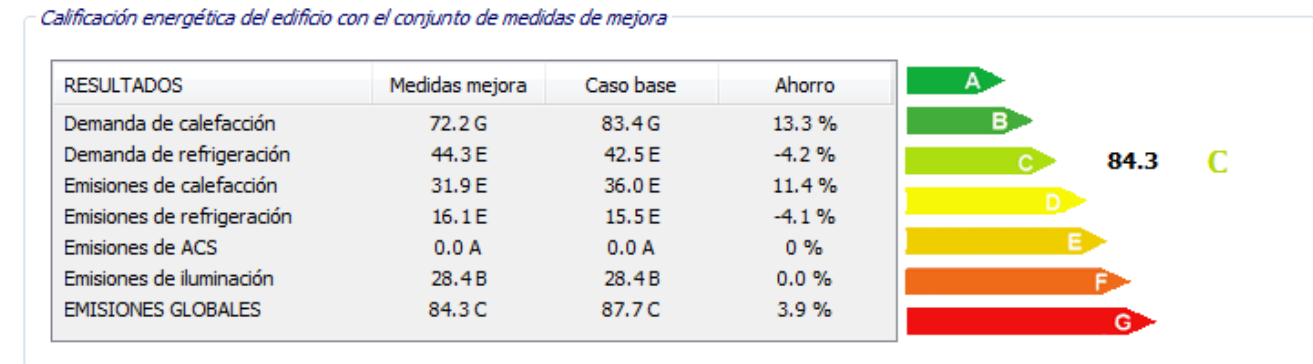


Ilustración 25. Efecto en la mejora de la calificación energética de añadir aislamiento por el interior (e=4cm)

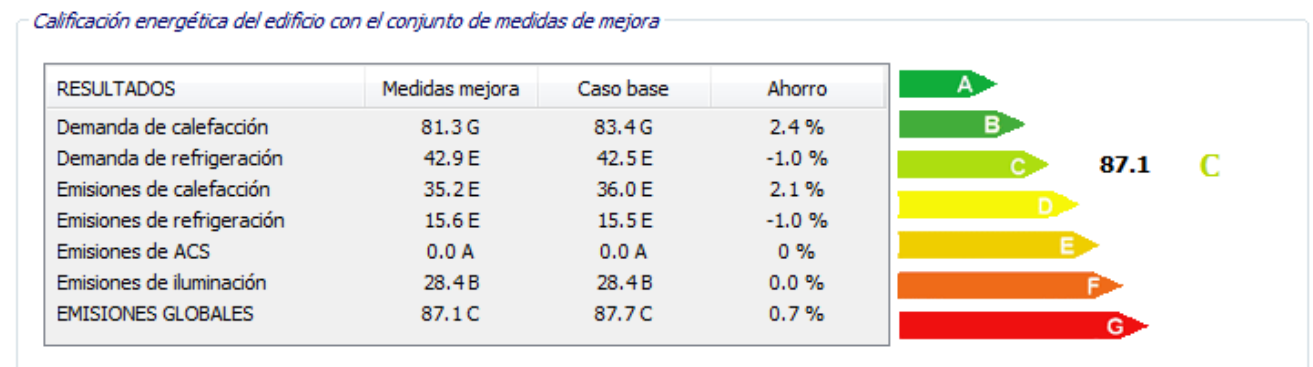


Ilustración 26. Efecto en la calificación energética de la adición de aislamiento térmico en suelos en contacto con el terreno

Por su parte, los suelos en contacto con el exterior no cuentan con unos valores de resistencia térmica demasiado buenos. Sea como fuere, su escasa superficie en comparación con el total de la envolvente resta importancia a esta opción y, además, el programa no permite su implementación en las mejoras por defecto.

Por último, la mayor parte de las cubiertas en contacto con el aire exterior cuentan con aislamiento. Aunque no es muy elevado, no parece muy rentable añadir más. La adición de aislamiento térmico en todas las cubiertas del edificio, de 4 cm de espesor y valor de la transmitancia de 0,034 w/mk, supone una mejora de no más del 1,5% en las emisiones globales del edificio. Doblando este aislamiento la mejora solo alcanza el 1,9% y un 7% en la demanda de calefacción. En conclusión, no sería una inversión rentable.

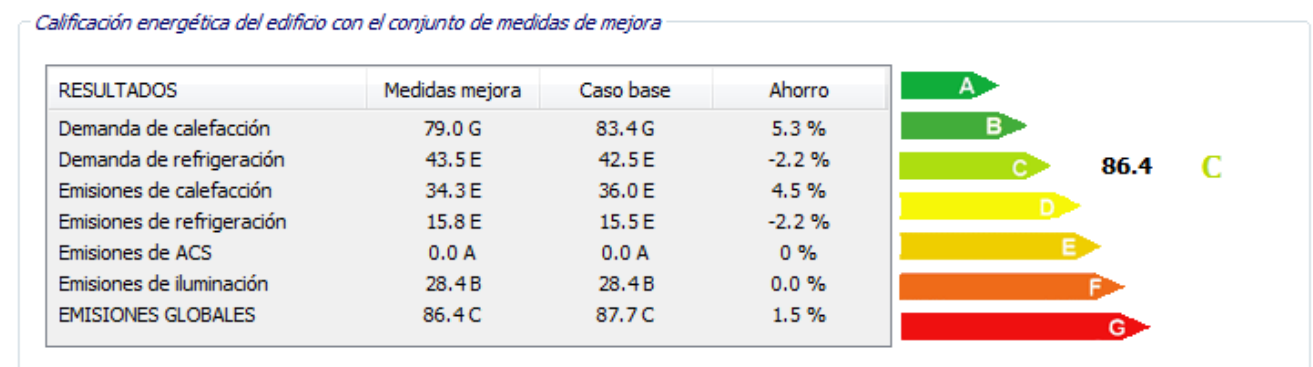


Ilustración 27. Efecto en la calificación energética de la adición de aislamiento en cubiertas (e=4cm)

Como ya se adelantaba en el análisis previo, la adición de aislamiento solamente tiene un gran impacto en la eficiencia energética en el caso de los muros de fachada. Si bien, en este caso tendrá un gran peso en la eficiencia energética del edificio dada la baja resistencia térmica de los muros de fachada actuales.

2.2.2. HUECOS

Los huecos suponen el 20% de la envolvente total, pero más del 70% de la superficie si nos centramos en muros de fachada. Por ello, su composición será un factor esencial en la eficiencia energética del edificio, y su mejora un punto que merece un análisis exhaustivo.

Comenzando por la estanqueidad, en la certificación energética del edificio se desconocían los datos de estanqueidad de los huecos, por lo que se les asignó una permeabilidad por defecto de 100 m3/hm2. Mejorando esta estanqueidad hasta un valor de 9 m3/hm2 en todos los huecos del edificio, el efecto en la calificación energética es casi nulo. Por ello, salvo que sea necesaria una sustitución de carpinterías por otro motivo, esta opción no es viable.

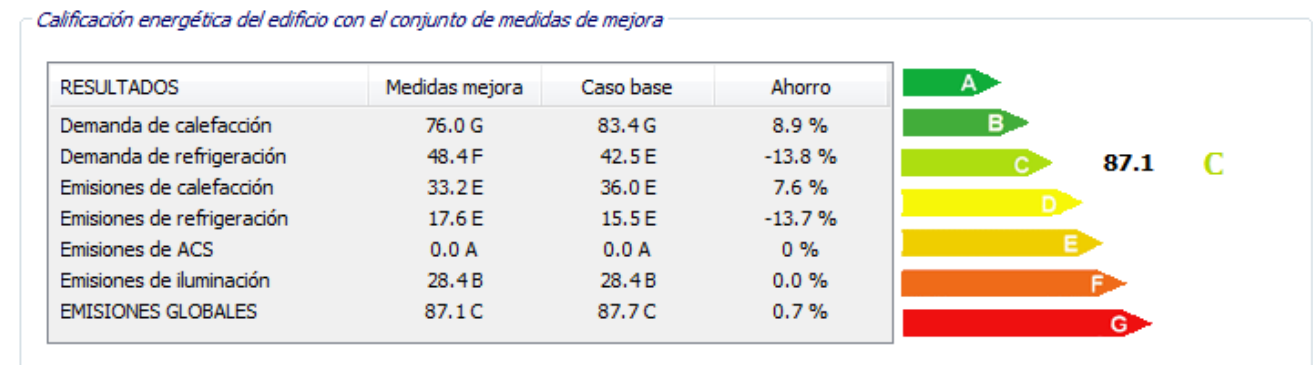


Ilustración 28. Efecto en la calificación energética de la mejora de la estanqueidad de los huecos

Siguiendo con valores relacionados con la carpintería de los huecos, sustituir los marcos existentes por otros con rotura de puente térmico mayor de 12 mm mejoraría en un 2,9% las emisiones globales del edificio, con una mejora de un significativo 14,2% en refrigeración. Sin embargo, el coste de esta medida será muy elevado, pero esto se analizará con más detalle en el siguiente capítulo.

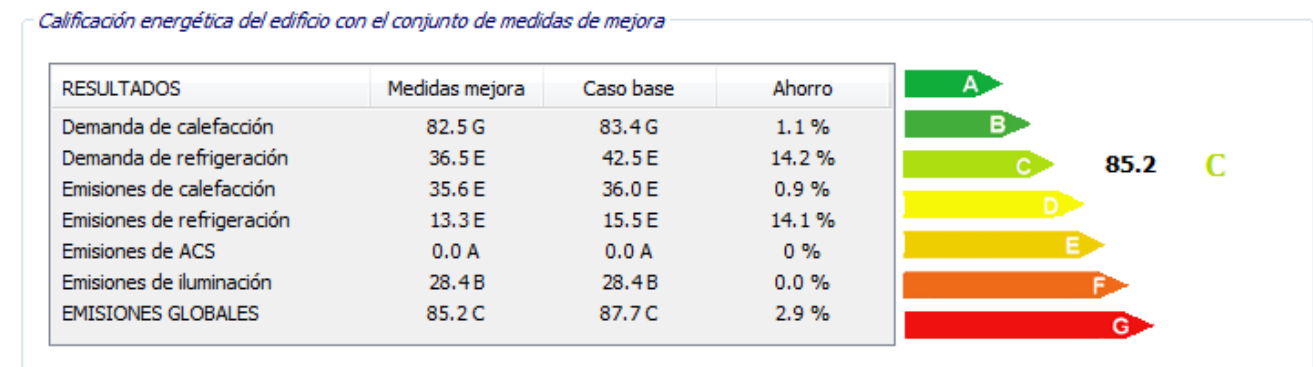


Ilustración 29. Efecto en la calificación energética de la sustitución de los marcos por unos con rotura de puente térmico de más de 12 mm

Al ser parte un porcentaje tan alto de los muros de fachada, la transmitancia más relevante en el edificio será la de éstos, y no la de los muros. Suponiendo una nueva “U” del vidrio de 1,1 W/m2k, las emisiones globales mejoran un 6,6% al sustituir todos los huecos del edificio. El ahorro en demanda de calefacción se sitúa en el 25,3%, pero por el contrario, la refrigeración se ve perjudicada en un 13,1%. En el caso de no sustituir los huecos en cubierta, y solamente hacerlo en el caso de huecos de fachada, la mejora se reduce al 5,9%. Los cambios en demanda de calefacción y refrigeración con respecto al estado actual del inmueble serían del 21,9% y del -11,4% respectivamente.



Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora



Ilustración 30. Efecto en la calificación energética de la mejora de la transmitancia de todos los huecos

Para finalizar con el análisis de los huecos, la reducción del factor solar puede conllevar mejoras considerables en la demanda de refrigeración. En este caso, mejorar este valor en los vidrios con orientación norte, no sólo no es beneficioso, sino que perjudica la eficiencia energética del edificio. Por ello se desecha la opción de reducir el valor del factor solar en los huecos de fachadas noroeste y noreste. Se establece un nuevo valor del factor solar de 0,20. Con la sustitución de los huecos de cubierta y fachadas sur se consigue una mejora del 10,4% en las emisiones globales, y una increíble mejora del 70,6% de la demanda de refrigeración. Solamente se perjudica a la calefacción en un 5,8%. Lo valores son un poco peores si solamente se sustituyen los huecos de fachadas sur.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora



Ilustración 31. Efecto en la calificación energética de la sustitución de los vidrios por unos de bajo factor solar en huecos de fachadas sur y cubierta

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora



Ilustración 32. Efecto en la calificación energética de la sustitución de los vidrios por unos de bajo factor solar en huecos de fachadas sur

### 2.2.3. INSTALACIONES

Este punto se centrará en la sustitución de la caldera que da calefacción al aula de estudios mediante suelo radiante. Además de analizar los diferentes equipos de calefacción posibles, se analiza también la posibilidad de satisfacer un porcentaje de la demanda de calefacción de éste aula mediante paneles solares térmicos, al ser un sistema de calefacción de baja temperatura y, por tanto, una opción a tener en cuenta. También, aunque

no relacionado con la climatización, se analizará el impacto de una contribución energética de electricidad mediante la instalación de paneles solares fotovoltaicos.

En primer lugar, la sustitución de la caldera objeto de estudio por otra caldera a gasóleo pero de condensación, apenas supondría una mejora del 1,8% en las emisiones de calefacción. Si en su lugar la nueva caldera de condensación tuviera como combustible el gas natural, la mejora ya sería mucho mayor. En este caso, la mejora de emisiones globales se sitúa en el 5,8%, y la de emisiones de calefacción en el 14,1%.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora



Ilustración 33. Efecto en la calificación energética de la sustitución de la caldera de gasóleo por una de condensación a gas natural

En el caso de sustituirla por una bomba de calor con un rendimiento nominal (COP) del 325%, la mejora es casi inexistente (no llega ni al 1% en emisiones de calefacción). Para que esta mejora tenga importancia la bomba de calor ha de ser de caudal de refrigeración variable. En este caso la mejora ya asciende a un 5,4% en las emisiones globales y a un 13,3% en las emisiones de calefacción.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora



Ilustración 34. Efecto en la calificación energética de la sustitución de la caldera de gasóleo por una bomba de calor de caudal de refrigeración variable (COP=3,25)

Como es habitual en la implementación de mejoras en los programas de certificación energética, la sustitución de este equipo por una caldera de biomasa es la que mayor impacto tendrá en su eficiencia energética. Una mejora en las emisiones globales del 18,2% y del 44,4% en el caso de emisiones de calefacción.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora



Ilustración 35. Efecto en la calificación energética de la sustitución de la caldera de gasóleo por una de biomasa

Para finalizar, se analiza la inclusión de sistemas de contribución energética mediante paneles solares. Se analizará una contribución reducida, y será en capítulos siguientes donde se analice la posibilidad de una contribución mayor. La instalación de paneles fotovoltaicos que, tal y como trae el programa por defecto, proporcionarán una energía eléctrica de 16.404 kWh/año, supondría una mejora del 3,1% en las emisiones globales del edificio.

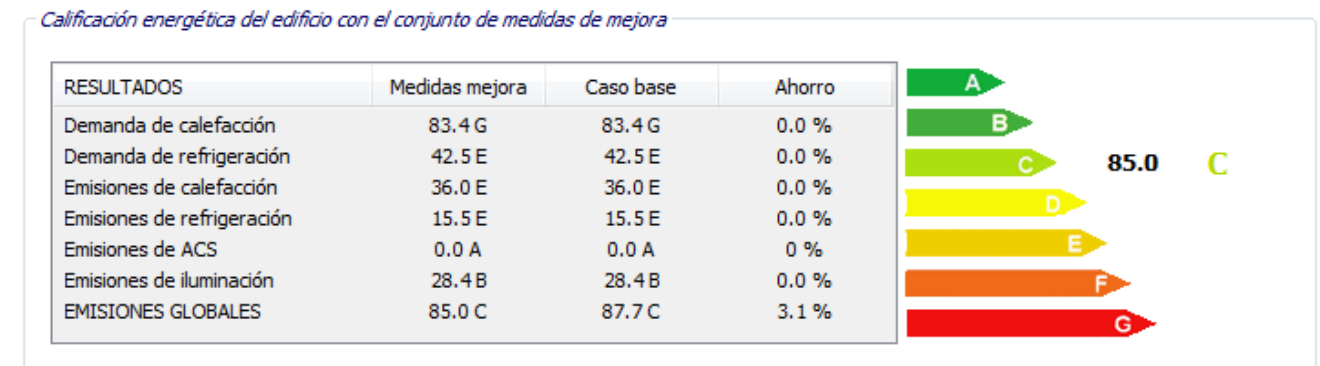


Ilustración 36. Efecto en la mejora de la calificación energética de contribuciones energéticas mediante energía eléctrica

Por último, un sistema de energía solar térmica, que cubriera una demanda de calefacción del 20%, supondría una mejora de las emisiones globales del 8,2% y de las emisiones de calefacción del 20%.

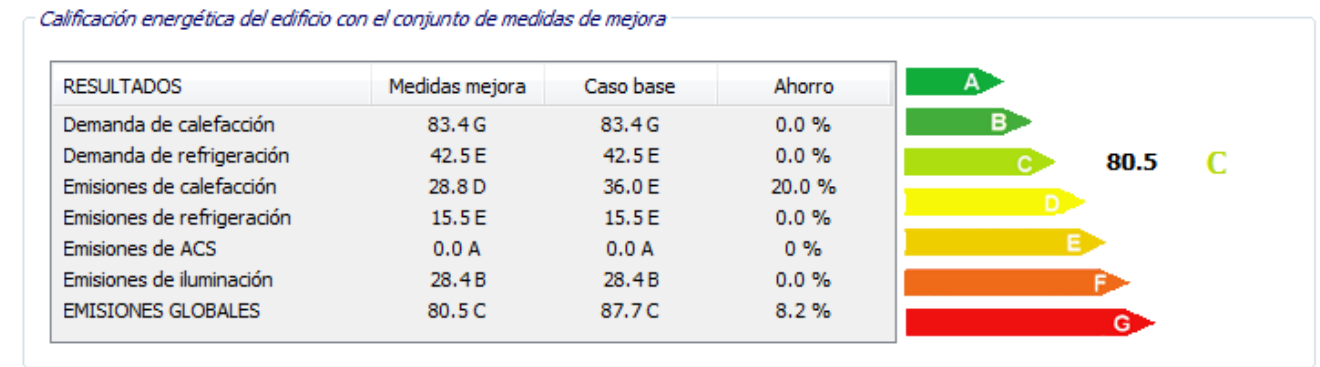


Ilustración 37. Efecto en la mejora de la calificación energética de contribuciones energéticas a la calefacción

2.2.4. CONCLUSIONES DE LAS MEDIDAS POR DEFECTO

- ❖ Una incorporación de aislamiento los muros de fachada del aula de estudios beneficiaría considerablemente a la eficiencia energética del edificio. La incorporación de este aislamiento por el exterior tiene un efecto en la calificación mayor que en el caso de hacerlo por el interior. Este aislamiento será de 4 cm de espesor.
- ❖ Aumentar el aislamiento térmico de suelos o de cubiertas no influye en la eficiencia energética lo suficiente como para ser una inversión a tener en cuenta.
- ❖ La mejora de la permeabilidad y transmitancia de los marcos, por sí sola, no es viable.
- ❖ La mejora de la transmitancia de las ventanas mejora mucho la demanda de calefacción del edificio, tanto como el aislamiento por el exterior en los muros de fachada.
- ❖ La reducción del factor solar de los vidrios tiene un impacto muy bueno en la demanda de refrigeración del edificio y apenas perjudica a la demanda de calefacción. Los huecos en los que aplicar esta mejora son los de fachadas sur y cubierta, ya que hacerlo en fachadas norte no beneficia en absoluto la eficiencia energética del edificio.
- ❖ La sustitución de la caldera de gasóleo del edificio es beneficiosa para la eficiencia energética del edificio, siempre y cuando el nuevo equipo sea una caldera de condensación a gas, una bomba de calor de caudal de refrigeración variable, o una caldera de biomasa.
- ❖ La incorporación de energía solar fotovoltaica y energía solar térmica también es una buena opción.

2.3. ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS DE MEJORA Y SU VIABILIDAD ECONÓMICA

2.3.1. MEMORIA DE CÁLCULO

- ❖ Los datos generales introducidos en el generador de precios de CYPE se resumen en la Ilustración 38.

Ilustración 38. Captura de la introducción de datos generales en el generador de precios de CYPE

- ❖ El valor de la transmitancia de un mismo vidrio o carpintería es diferente según se trate de un flujo de calor vertical u horizontal. Estas diferencias son mucho mayores cuando se trata de vidrios con baja resistencia térmica. Sin embargo, a medida que esta transmitancia disminuye, las diferencias tienden a ser menores. Además, en el caso del edificio Xoana Capdevielle, la superficie de huecos de cubierta es reducida. Por ello, para el cálculo de sustitución de ventanas se ha optado por no tener esas leves diferencias en cuenta.
- ❖ Para el cálculo del precio de la sustitución de ventanas se ha seleccionado un acristalamiento doble con cámara de aire como la opción pre-existente, lo cual penaliza algo el precio final al ser más caro que cuando se trata de vidrios monolíticos (caso de muchos vidrios del edificio).
- ❖ El cálculo del precio de la sustitución de ventanas al completo se ha calculado suponiendo ventanas de dimensiones 1,00 m\*1,00 m para así poder tener en cuenta el precio por metro cuadrado. Además, para simplificar el cálculo se han seleccionado ventanas fijas, aunque no será así en todos los casos.



- ❖ La superficie calculada para las láminas de protección solar se ha obtenido descontando el porcentaje de marco de los huecos del edificio, mediante una media ponderada según la zona se trate de fachada o cubierta.
- ❖ Las láminas de protección solar tienen como efecto una reducción de los valores de transmitancia y de factor solar en los vidrios en los que se colocan. Para el cálculo de estos valores se ha realizado una media ponderada de su efecto, ya se trate de zona de cubierta, zona de fachada o una combinación de ambas, y teniendo en cuenta el porcentaje de vidrios dobles o vidrios laminados.
- ❖ Las características de las láminas de protección solar se han extraído de la marca comercial “3M”. Los precios de las láminas en CYPE se han seleccionado a partir de su color y escogiendo el rollo de láminas de mayor ancho (lo que penaliza el precio).
- ❖ El incremento de costes de mantenimiento que recoge el programa CE3X para el cálculo se ha dejado sin cubrir, ya que en la mayoría de los casos, será un coste similar al del mantenimiento del elemento sustituido. Se analizará más exhaustivamente en el siguiente bloque.
- ❖ Para el cálculo de las contribuciones energéticas mediante la instalación de energía solar fotovoltaica no se disponen de datos en CYPE. Se ha estimado un precio de instalación por vatio de 1,50 € (en el año 2013 el ratio estaba entre 1,00 y 1,50 €/W según un artículo de la web “ennaranja.com” del año 2013). Se ha consultado un catálogo de Hispania Solar en el que el rendimiento en los primeros 10 años de los paneles fotovoltaicos es del 90%. Además, las pérdidas por orientación estarán entre el 5 y el 10% (calculándolas por el método gráfico incluido en el DB-HE del Código Técnico), teniendo en cuenta la latitud de A Coruña (que es apenas 2º mayor a la del gráfico referencia), el ángulo de acimut al que se instalarán los paneles (-37º) y la inclinación con la que se instalarán (43º), la misma que la latitud). La instalación se ha supuesto sobre la cubierta más alta, la cual no tiene sombras.

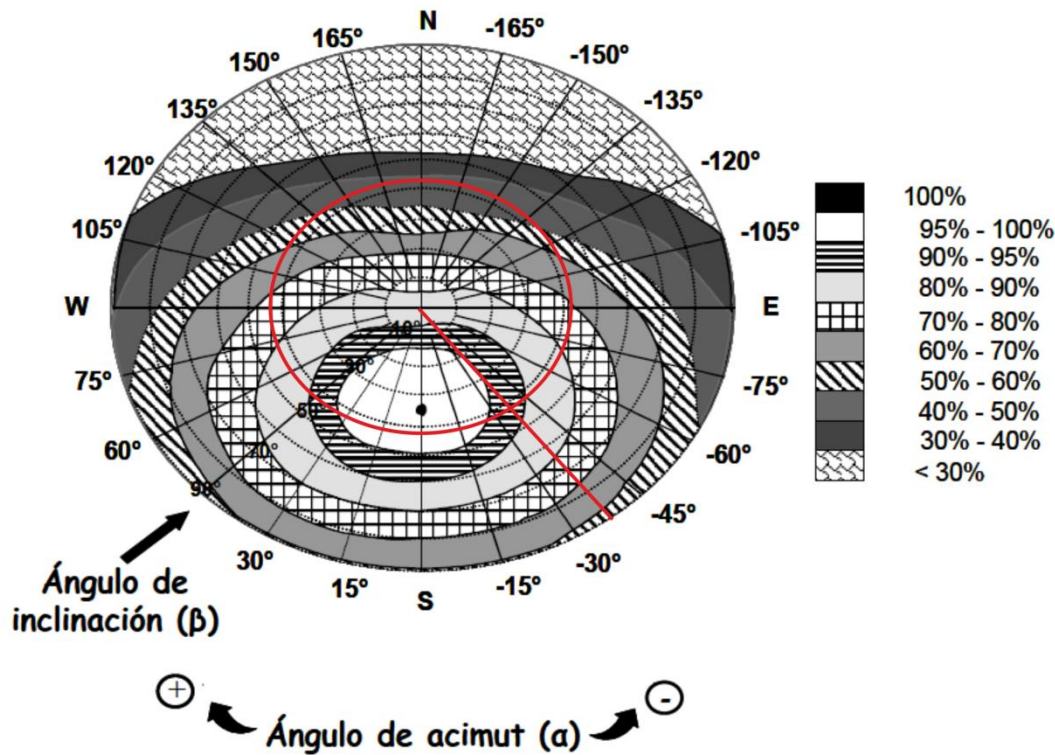


Ilustración 39. Cálculo de pérdidas por orientación e inclinación según el DB HE

- ❖ El coste de las medidas no incluye beneficio industrial, gastos generales, ni impuestos por lo que los cálculos serán a la baja.
- ❖ Para la sustitución de los equipos de calefacción, se ha añadido en el precio total de estas medidas de mejora el precio del desmontaje de los equipos existentes.

- ❖ Se ha estimado una vida útil de 50 años para elementos constructivos y de 20 para instalaciones.
- ❖ La presencia de vidrios laminados en los acristalamientos del edificios se ha supuesto una necesidad, por lo que los vidrios seleccionados siempre cuentan con ella.
- ❖ La instalación de paneles solares, tanto fotovoltaicos como térmicos, se ha supuesto en la cubierta más alta del edificio, al carecer de sombras, y de ventanas que impidan la instalación de éstos.
- ❖ En el aislamiento, el cálculo tiene en cuenta toda la superficie de fachada y en realidad sólo se modificará el cerramiento del aula de estudios. En el precio se suma una hipotética reparación y preparación de la superficie base.
- ❖ Las marcas y modelos seleccionados para los cálculos de las medidas de mejora son los siguientes:

REF	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
H-01/H-05	Doble acristalamiento de seguridad (laminar) "Unión Vidriera Aragonesa" 8/12/laminar incolor 5+5 laminar con carpintería de aluminio con rotura de puente térmico
H-06/H-10	Doble acristalamiento con cámara de aire de gas argón "LOW.S baja emisividad térmica + seguridad (laminar) "Unión Vidriera Aragonesa" con vidrio exterior "Templa.lite Parsol color gris" 6/14/6+6 con carpintería de aluminio con rotura de puente térmico
H-11/H15	Doble acristalamiento con cámara de aire de gas argón "Solar.lite control solar + seguridad (laminar) "Unión Vidriera Aragonesa" con vidrio exterior "Templa.lite Solar.lite Green" 6/12/5+5 con carpintería de aluminio con rotura de puente térmico
H-16/H-20	Lámina de control solar "3M P-18 ARL plata" por el interior
H-21/H-25	Lámina de control solar "3M RE-20 NEARL bronce" por el interior
H-26/H-30	Lámina de control solar "3M NV-15 visión nocturna bronce" por el interior
H-31/H-35	Lámina de control solar "3M NV-35 visión nocturna bronce" por el interior
H-36/H-40	Lámina de control solar "3M NV-45 visión nocturna bronce" por el interior
AT-01/AT-02	Aislamiento por el exterior Sistema ETICS Traditerm "Grupo Puma" con panel rígido de poliestireno expandido
AT-03/AT-04	Aislamiento por el exterior Sistema ETICS Traditerm "Grupo Puma" con panel rígido de poliestireno expandido elastificado
I-01	Caldera de biomasa para la combustión de pellets modelo Biomatic 220 Biocontrol "HERTZ" de 220 kW
I-02	Caldera de gas natural "Logano GE315 B" de 220 kW
I-03	Bomba de calor reversible modelo "EWFVB SD-IC 200.4 HITECSA" de potencia calorífica nominal 234,9 kW
I-04	Bomba de calor VRV "DAIKIN RXY154P", formada por tres unidades, de potencia calorífica nominal 170 kW
CE-01/CE-02	Captador solar fotovoltaico "Hispania Solar Blue Solar SPM280-24"
CE-03/CE-04	Captador solar térmico "Logasol SKS 4.0 S"



## 2.3.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS MEDIDAS DE MEJORA

TABLA COMPARATIVA DE MEDIDAS DE MEJORA EN LOS HUECOS													
REFERENCIA	ELEMENTO SUSTITUIDO	ZONA AFECTADA	SUPERFICIE [m2]	NUEVA EMISIVIDAD [W/mk]	NUEVO FACTOR SOLAR	NUEVO MARCO [W/mk]	CALIFICACIÓN GLOBAL	MEJORA DE DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [%]	MEJORA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN [%]	PRECIO/m2 [€]	PRECIO TOTAL[€]	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	VAN [€]
H-01	Ventana	Cubierta	114,55	2,80	0,70	3,20	87,00	0,40	2,20	335,70	38.454,44	61,20	21.641,00
H-02	Ventana	Fachada sur	697,98	2,80	0,70	3,20	83,80	16,60	4,30	335,70	234.311,89	121,60	-50.168,90
H-03	Ventana	Fachada norte	979,52	2,80	0,70	3,20	86,50	3,30	1,50	335,70	328.824,86	332,30	-234.221,50
H-04	Ventana	Cubierta+sur	812,53	2,80	0,70	3,20	83,10	17,20	6,50	335,70	272.766,32	106,40	-27.676,80
H-05	Ventana	Todos	1.792,05	2,80	0,70	3,20	81,80	19,10	9,80	335,70	601.591,19	168,40	-260.101,20
H-06	Ventana	Cubierta	114,55	1,10	0,44	3,20	86,00	6,70	2,20	305,78	35.027,10	37,80	53.473,90
H-07	Ventana	Fachada sur	697,98	1,10	0,44	3,20	79,20	46,10	4,70	305,78	213.428,32	63,80	106.245,10
H-08	Ventana	Fachada norte	979,52	1,10	0,44	3,20	84,40	6,40	7,70	305,78	299.517,63	122,50	-65.811,90
H-09	Ventana	Cubierta+sur	812,53	1,10	0,44	3,20	77,70	51,30	7,00	305,78	248.455,42	59,10	153.138,20
H-10	Ventana	Todos	1.792,05	1,10	0,44	3,20	74,70	55,70	14,70	305,78	547.973,05	83,60	78.558,50
H-11	Ventana	Cubierta	114,55	2,80	0,25	3,20	85,70	12,10	0,40	307,55	35.229,85	53,70	27.482,20
H-12	Ventana	Fachada sur	697,98	2,80	0,25	3,20	78,90	66,80	-4,90	307,55	214.663,75	136,90	-64.810,50
H-13	Ventana	Fachada norte	979,52	2,80	0,25	3,20	86,30	14,90	-2,90	307,55	301.251,38	-2.116,00	-314.861,40
H-14	Ventana	Cubierta+sur	812,53	2,80	0,25	3,20	78,00	72,20	-4,40	307,55	249.893,60	129,60	-65.528,00
H-15	Ventana	Todos	1.792,05	2,80	0,25	3,20	78,20	79,10	-8,70	307,55	551.144,98	538,40	-453.281,40
H-16	Lámina	Cubierta	114,55	5,94	0,21	-	86,10	13,80	-1,70	31,31	3.586,56	26,20	9.492,60
H-17	Lámina	Fachada sur	574,86	3,45	0,27	-	81,00	57,60	-6,80	31,31	17.998,75	29,70	39.935,00
H-18	Lámina	Fachada norte	806,73	3,45	0,27	-	87,60	13,70	-6,50	31,31	25.258,80	-20,70	-142.155,50
H-19	Lámina	Cubierta+sur	689,41	3,61	0,27	-	79,90	65,50	-7,40	31,31	21.585,31	26,80	55.517,10
H-20	Lámina	Todos	1.496,14	3,61	0,27	-	81,40	71,50	-15,30	31,31	46.844,11	-41,00	-156.189,20
H-21	Lámina	Cubierta	114,55	6,60	0,31	-	86,50	11,40	-1,70	58,00	6.643,90	300,00	-4.526,80
H-22	Lámina	Fachada sur	574,86	3,76	0,43	-	83,00	40,30	-4,70	58,00	33.341,67	71,90	10.957,10
H-23	Lámina	Fachada norte	806,73	3,76	0,43	-	88,00	9,50	-5,80	58,00	46.790,49	-39,00	-161.611,80
H-24	Lámina	Cubierta+sur	689,41	3,94	0,42	-	82,00	47,20	-5,10	58,00	39.985,57	61,70	21.943,90
H-25	Lámina	Todos	1.496,14	3,94	0,42	-	83,00	54,20	-11,80	58,00	86.776,06	-92,50	-176.468,60
H-26	Lámina	Cubierta	114,55	6,47	0,23	-	86,30	13,40	-1,90	58,00	6.643,90	139,10	-2.078,00
H-27	Lámina	Fachada sur	574,86	3,61	0,33	-	81,80	51,10	-6,20	58,00	33.341,67	65,10	15.596,50
H-28	Lámina	Fachada norte	806,73	3,61	0,33	-	87,80	12,20	-6,40	58,00	46.790,49	-36,90	-168.125,50
H-29	Lámina	Cubierta+sur	689,41	3,80	0,32	-	80,60	59,90	-6,90	58,00	39.985,57	58,30	25.546,50
H-30	Lámina	Todos	1.496,14	3,80	0,32	-	81,80	67,20	-14,40	58,00	86.776,06	-80,00	-190.413,10
H-31	Lámina	Cubierta	114,55	6,60	0,38	-	86,70	9,60	-1,40	58,00	6.643,90	356,70	-4.863,60
H-32	Lámina	Fachada sur	574,86	3,65	0,47	-	83,30	35,80	-3,50	58,00	33.341,67	55,70	23.851,60
H-33	Lámina	Fachada norte	806,73	3,65	0,47	-	87,90	8,20	-4,70	58,00	46.790,49	-48,60	-138.864,10
H-34	Lámina	Cubierta+sur	689,41	3,84	0,47	-	82,50	40,60	-3,50	58,00	39.985,57	49,20	37.715,80
H-35	Lámina	Todos	1.496,14	3,84	0,47	-	83,30	46,60	-9,10	58,00	86.776,06	-174,40	-134.344,00
H-36	Lámina	Cubierta	114,55	5,87	0,39	-	86,60	9,10	-0,90	58,00	6.643,90	47,80	6.646,40
H-37	Lámina	Fachada sur	574,86	3,43	0,45	-	82,90	37,80	-3,10	58,00	33.341,67	42,70	41.226,30

TABLA COMPARATIVA DE MEDIDAS DE MEJORA EN LOS HUECOS													
REFERENCIA	ELEMENTO SUSTITUIDO	ZONA AFECTADA	SUPERFICIE [m2]	NUEVA EMISIVIDAD [W/mk]	NUEVO FACTOR SOLAR	NUEVO MARCO [W/mk]	CALIFICACIÓN GLOBAL	MEJORA DE DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [%]	MEJORA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN [%]	PRECIO/m2 [€]	PRECIO TOTAL[€]	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	VAN [€]
H-38	Lámina	Fachada norte	806,73	3,43	0,45	-	87,70	8,40	-4,00	58,00	46.790,49	-63,10	-117.669,70
H-39	Lámina	Cubierta+sur	689,41	3,59	0,45	-	82,00	43,00	-3,00	58,00	39.985,57	37,70	61.301,30
H-40	Lámina	Todos	1.496,14	3,59	0,45	-	82,50	49,10	-7,70	58,00	86.776,06	10.303,80	-85.971,00

TABLA COMPARATIVA DE MEDIDAS DE MEJORA EN FACHADAS											
REFRENCIA DE LA MEJORA	ELEMENTO SUSTITUIDO	SUPERFICIE [m2]	TRANSMITANCIA DEL AISLANTE [W/mk]	ESPESOR DEL AISLANTE [cm]	CALIFICACIÓN GLOBAL	MEJORA DE DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [%]	MEJORA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN [%]	PRECIO/m2 [€]	PRECIO TOTAL[€]	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	VAN [€]
AT-01	Fachada	638,36	0,031	4,00	81,70	27,90	-16,70	76,93	49.109,03	6,90	627.376,80
AT-02	Fachada	638,36	0,031	6,00	81,80	23,30	-8,00	80,13	51.151,79	8,30	539.976,20
AT-03	Fachada	638,36	0,036	4,00	82,20	21,90	-7,60	74,67	47.666,34	8,20	508.270,60
AT-04	Fachada	638,36	0,036	6,00	81,90	23,00	-7,90	76,75	48.994,13	8,00	533.804,30

TABLA COMPARATIVA DE MEDIDAS DE MEJORA EN LAS INSTALACIONES										
REFERENCIA	ELEMENTO SUSTITUIDO	NUEVO ELEMENTO	COMBUSTIBLE	RENDIMIENTO NOMINAL[%]	CALIFICACIÓN GLOBAL	MEJORA DE EMISIONES DE REFRIGERACIÓN [%]	MEJORA DE EMISIONES DE CALEFACCIÓN [%]	PRECIO TOTAL[€]	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	VAN [€]
I-01	Caldera de gasóleo	Caldera	Biomasa	80,00	70,80	-	47,00	29.962,68	1,40	514.683,60
I-02	Caldera de gasóleo	Caldera	Gas natural	106,00	80,90	-	19,00	14.265,05	0,70	484.830,30
I-03	Caldera de gasóleo	Bomba de calor	Electricidad	346,00	86,00	-	4,90	27.873,85	1,70	406.353,80
I-04	Caldera de gasóleo	Bomba de calor VRV	Electricidad	370,00	80,60	-	19,70	29.845,84	1,30	542.383,20

TABLA COMPARATIVA DE MEDIDAS DE MEJORA DE CONTRIBUCIONES ENERGÉTICAS									
REFERENCIA	ENERGÍA DE APOYO	CONTRIBUCIÓN ENERGÉTICA [kWh/año]	PRECIO POR W INSTALADO [€]	POTENCIA INSTALADA NECESARIA [Kw]	CALIFICACIÓN GLOBAL	MEJORA DE EMISIONES GLOBALES [%]	PRECIO TOTAL[€]	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	VAN [€]
CE-01	Eléctrica	15.000,00	1,50	17.543,86	85,20	2,80	26.315,79	9,70	66.273,00
CE-02	Eléctrica	30.000,00	1,50	35.087,72	82,70	5,70	52.631,58	9,70	132.546,00
REFERENCIA	ENERGÍA DE APOYO	CONTRIBUCIÓN ENERGÉTICA [%DemandaCal]	PRECIO POR PANEL INSTALADO [€]	PANELES NECESARIOS	CALIFICACIÓN GLOBAL	MEJORA DE EMISIONES DE CALEFACCIÓN [%]	PRECIO TOTAL[€]	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	VAN [€]
CE-03	Calefacción	21,52	833,97	64,00	80,00	21,50	53.374,08	7,50	189.072,20
CE-04	Calefacción	12,34	833,97	32,00	83,30	12,30	26.687,04	6,60	112.336,50

Un gran número de hipótesis de mejora tienen VAN negativo. Éstas serán las primeras en ser descartadas ya que no son viables económicamente. En los grupos de medidas de mejora de equipos de climatización, adición de aislamiento térmico e instalación de contribuciones energéticas, todas las propuestas son viables económicamente. Es en las medidas de sustitución de huecos donde muchas no son viables. Esto se debe a que estas medidas casi siempre suponen una merma de la demanda de calefacción. La superficie calefactada es considerablemente superior a la superficie refrigerada, y el período de calefacción es más largo. Por ello en el edificio objeto, las mejoras de la demanda de calefacción priman económicamente sobre las de refrigeración.

Las medidas de mejora de huecos que suponen una mayor mejora en la eficiencia energética corresponden a la sustitución de ventanas, ya que también mejoran la demanda de calefacción. Sin embargo, la inversión realizada es mucho mayor que para la instalación de láminas de protección solar y necesitan muchos más años para recuperar el gasto inicial.

Las medidas de adición de aislamiento por el exterior en las fachadas obtienen unos resultados similares, que en general benefician siempre por poco a la medida “AT-01”.

En cuanto a las instalaciones, como siempre la medida que más beneficia a la eficiencia energética es la inclusión de una caldera de biomasa. La sustitución por una bomba de calor simple apenas beneficia a la eficiencia energética. En un punto intermedio se sitúan la instalación de una caldera de condensación a gas y de una bomba de calor de volumen de refrigeración variable.

Por último, las medidas de contribución energética que afectan a la calefacción tienen un efecto mucho mejor que las de aporte eléctrico.

2.3.3. SELECCIÓN DE UN CONJUNTO DE MEJORAS

Los objetivos que debe cumplir el conjunto de mejoras seleccionado son las siguientes:

- ❖ Mejorar la calificación energética por lo menos en 1 letra.
- ❖ Ser viable económicamente, con un plazo de recuperación de la inversión razonable.
- ❖ Mejorar las demanda de calefacción y refrigeración del edificio, sobre todo en el aula de estudios.
- ❖ Mejorar las emisiones de calefacción (equipo de calefacción del aula de estudios).
- ❖ No suponer un desembolso económico inicial disparatado.

El objetivo será alcanzar la letra B, que implica unas emisiones globales menores a los 62,1 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año. Para obtener la letra A, por debajo de los 38,2 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año los cambios deberían de ser demasiados y encontrar viabilidad económica estaría muy complicado.

Analizando diez conjuntos de mejora, la mitad se desechan al no alcanzar la letra B, aunque es por poco en algunos casos. Esto se debe a que la calificación del edificio está muy cerca de la letra D, por lo que mejorar una letra es complicado.

En las cinco hipótesis que alcanzan la letra B, se puede ver que en tres de ellas el equipo por el que se sustituye la caldera de gasóleo es una caldera de biomasa. Los otros dos conjunto que alcanzan la letra B, incorporan una caldera de condensación de gas natural y una bomba de calor de caudal de refrigeración variable respectivamente. El problema de estos dos equipos radica en que alcanzan la calificación B de manera muy justa, por lo que habrá que ver si en un análisis más exacto y en profundidad consiguen esta calificación.

La opción de la caldera de biomasa parece no ser viable constructivamente, ya que estas instalaciones requieren un espacio para almacenamiento de los pellets o astillas que la sala de calderas no ofrece. El objetivo pues, será alcanzar la letra B con una caldera de gas o una bomba de calor.

En conclusión, el conjunto de medidas seleccionado podría ser indiferentemente el “C-10” o el “C-05”, pero se escogerá el “C-05”, ya que la bomba de calor de volumen de refrigeración variable es un sistema aire-aire que obligaría a sustituir el suelo radiante del aula de estudios por sistemas de aire, con el consiguiente incremento económico.

REF	DESCRIPCIÓN	CONJUNTOS	CALIFICACIÓN GLOBAL	PRECIO TOTAL [€]	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	VAN [€]
C-01	Mejor letra	H-10+AT-01+I-01+CE-03	60,2 (B)	680.418,84	29,80	1.775.484,90
C-02	Mayor VAN	H-09+AT-01+I-01+CE-03	57,0 (B)	380.901,22	18,30	2.140.024,00
C-03	Menor inversión	H-17+AT-03+I-02+CE-01	66,0 (C )	106.245,93	6,30	2.377.318,40
C-04	Menor tiempo	H-16+AT-01+I-02+CE-04	71,4 (C )	93.647,69	6,50	2.120.579,80
C-05	Intermedia 1	H-19+AT-01+I-02+CE-03	62,0 (B)	138.333,48	9,00	2.309.082,60
C-06	Intermedia 2	H-17+AT-01+I-02+CE-03	63,0 (C )	134.746,92	9,00	2.284.978,30
C-07	Intermedia 3	H-19+AT-01+I-01+CE-03	55,3 (B)	154.031,11	10,10	2.353.283,60
C-08	Intermedia 4	H-09+AT-01+I-01+CE-03	57,0 (B)	380.901,22	18,30	2.140.024,00
C-09	Intermedia 5	H-09+AT-01+I-02+CE-03	62,7 (C )	664.721,21	28,50	1.808.004,80
C-10	Intermedia 6	H-19+AT-01+I-04+CE-03	62,1 (B)	153.914,27	9,90	2.423.668,80

Resumiendo, el conjunto de mejoras seleccionado contendrá las siguientes medidas:

- ❖ Instalación de láminas de protección solar en vidrios de cubierta y fachadas de orientación sur.
- ❖ Adición de aislamiento por el exterior en las fachadas del aula de estudios.
- ❖ Sustitución de la caldera de gasóleo por una caldera de condensación a gas.
- ❖ Instalación de paneles solares térmicos para aporte de agua caliente para calefacción.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

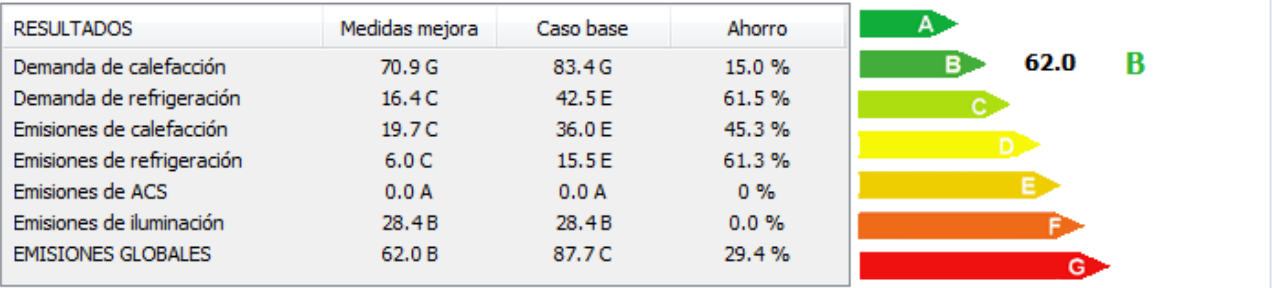


Ilustración 40. Mejora en la calificación energética orientativa con el conjunto de medidas seleccionado



# **BLOQUE V: PROPUESTA DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**

1. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DE LA UDC

1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS MEDIDAS

1.1.1. INTERVENCIONES EN LOS HUECOS

La primera propuesta de mejora de la eficiencia energética afecta a las ventanas de las fachadas orientadas al sureste y suroeste del edificio y a los lucernarios. No están incluidas en esta medida ni las puertas, ni los huecos con orientación noroeste y noreste, ni los 12 lucernarios esféricos de metacrilato.

La medida consiste en la incorporación de láminas de protección solar a las ventanas de dichos huecos. Estas láminas mejoran la resistencia térmica y el factor solar de las ventanas en las que son instaladas. La lámina seleccionada será la lámina para protección solar color plata modelo “Scotchint P-18ARL” de la marca “3M”.

Este tipo de lámina es adhesiva y se aplica por el interior de las ventanas. Tiene una alta eficiencia en control solar, lo que mejora la demanda de refrigeración del edificio. Además, tiene otras características añadidas: reduce el brillo de las ventanas, aumenta la seguridad al retener los trozos de vidrio de posibles roturas, y bloquea el ingreso de rayos ultravioletas que pueden dañar el mobiliario.

Con ello, se pretende mejorar la demanda de refrigeración del edificio. El inconveniente de esta medida es que también reduce la radiación solar en invierno, por lo que la demanda de calefacción aumentará, a pesar de la pequeña mejora en la resistencia térmica de los vidrios. Dado que no sólo el período necesidades de calefacción es más largo, sino que al no haber apenas zonas refrigeradas, la mejora no supone un gran ahorro económico por parte de la refrigeración y sí un gasto mayor en calefacción, los años de recuperación de la inversión económica para esta medida son elevados.

Aunque esta medida apenas supondrá una mejora económica, el confort dentro del edificio en verano será mucho mayor con la instalación de las láminas, ya que reducirán el calentamiento del interior del edificio a través de los huecos.

Las fachadas orientadas hacia el norte apenas reciben radiación solar, por lo que la instalación de estas láminas en sus ventanas apenas supone una mejoría en la demanda de refrigeración. Por ello no se instalarán en estas zonas.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDIDA DE MEJORA	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Lámina para el control solar plata “3M Scotchint P-18ARL”
ELEMENTO AFECTADO	Vidrios de huecos en fachadas sur y cubierta
SUPERFICIE AFECTADA	1.011,68 m2
EFFECTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	Reducción del factor solar y transmitancia de los vidrios
MEJORA DE LA RESISTENCIA TÉRMICA	Del 10% al 6%
MEJORA DEL FACTOR SOLAR	Del 72% al 49%

NUEVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS VIDRIOS			
ZONA	TIPO	Nueva U [W/mk]	Nuevo G
CUBIERTA	Dobles	3,38	0,32
	Laminares	5,85	0,21
FACHADA	Dobles	3,10	0,32
	Laminares	4,86	0,21

1.1.2. INTERVENCIONES EN LOS EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN

La segunda propuesta para mejorar la eficiencia energética del edificio es la sustitución de sus tres equipos principales de calefacción, es decir, las tres calderas estándar de gasóleo C que abastecen de agua caliente a los radiadores de todo el edificio y a los unitermos del salón de actos.

Estas tres calderas serán sustituidas por tres calderas de biomasa para la combustión de pellets de similares potencias nominales. El kWh producido de calefacción con pellets cuesta (en 2014) casi la mitad que en el caso del gasóleo. Además, sus emisiones de CO<sup>2</sup> a la atmósfera son muy reducidas. Por ello, no sólo se trata de un importante ahorro económico anual en el consumo de calefacción, sino que también mejorará mucho la eficiencia energética del edificio reduciendo mucho las emisiones globales.

Las calderas se tratan de una unidad del modelo “HERZ Biomatic 350 BioControl” y de dos unidades del modelo “HERZ Biomatic 450 BioControl”. Estas calderas incluyen su respectivo depósito para pellets y su cinta extractora automatizada, que deberán instalarse en la sala de calderas. La instalación de tres calderas pretende aprovechar la instalación pre-existente, por lo que trabajarán de manera escalonada igual que las calderas actuales del edificio. Incorporan un dispositivo automático que pone en funcionamiento la siguiente caldera cuando la primera supera su capacidad. Las dimensiones de la sala de calderas actual son suficientes para dar cabida a estos tres equipos y el almacenamiento de los pellets.

Con esta propuesta, se consigue una mejora en la factura de la calefacción del edificio, ya que estas tres calderas abastecen al 93,14 % de la superficie útil habitable del edificio. El resto de equipos primarios del edificio son pequeñas bombas de calor reversibles y equipos de aire acondicionado, que además de abastecer a pocas estancias del edificio, cuentan con buenos rendimientos.

Esta propuesta tendrá una gran relevancia dada la importancia que tienen las emisiones de calefacción en el edificio y la mejora que ello supone.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDIDA DE MEJORA	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Calderas de biomasa HERZ Biomatic
ELEMENTO AFECTADO	Las tres grandes calderas estándar de gasóleo C
SUPERFICIE ÚTIL ACONDICIONADA	10.621,01 m2
EFFECTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	Mejora de las emisiones de calefacción
RENDIMIENTO NOMINAL DE LAS CALDERAS	93%
POTENCIAS DE LAS CALDERAS	Una de 350 kW y dos de 450 kW

1.1.3. INCORPORACIÓN DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

La última propuesta consiste en la instalación de paneles solares fotovoltaicos en la cubierta situada más al sur, junto a la fachada principal sureste. Estos paneles suministrarán energía eléctrica de apoyo al edificio, con el resultante ahorro en energía.

La instalación consiste en 200 paneles “EX280 M”, 168 baterías “24 OPZS 4505AH/C100 2V”, 11 reguladores de carga “BLUESOLAR MPPT 150/85 (12/24/36/48V-85A)” y 11 inversores “PHOENIX INVERTER 48/5000”, además de todo el conexionado eléctrico correspondiente y las estructuras de fijación para los módulos fotovoltaicos.

Los paneles se instalarán sobre estructura metálica con una inclinación de 43ª y paralelos a la fachada sureste. Se instalarán en paralelo divididos en dos filas una junto a la otra en estructura a diferente altura para que no haya sombras.

El panel solar “EX280 M” tiene una potencia pico de 280W y una eficiencia del 90% garantizada los primeros 10 años, así como un 85% hasta los 25 años. Por su parte, las baterías acumuladoras “24 OPZS 4505AH/C100 2V” tienen una capacidad de 4.500 Ah.

El sistema diseñado abastecerá al edificio de unos 65.385 kWh al año. Las baterías le otorgan al sistema una autonomía de 3 días sin sol.

Esta nueva instalación en el edificio mejora las emisiones consecuencia de los consumos eléctricos del edificio, ya que al proceder de energía renovable las emisiones se consideran igual a cero.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDIDA DE MEJORA	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Instalación solar fotovoltaica con paneles "EX280 M"
ELEMENTO AFECTADO	Instalación sobre cubierta del bloque 2
SUPERFICIE DE CUBIERTA AFECTADA	827,29 m2
EFFECTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	Mejora de las emisiones de aparatos eléctricos
POTENCIA PICO DE LOS PANELES TOTAL	280 W * 200 = 56.000 W
CAPACIDAD DE LOS ACUMULADORES TOTAL	4.505 Ah * 96 = 432.480 Ah

1.2. MEMORIA DE CÁLCULO

1.2.1. INTRODUCCIÓN DE LAS REFORMAS EN EL PROGRAMA CE3X

Para el cálculo exhaustivo de la nueva certificación energética que obtendrá el edificio con la rehabilitación energética propuesta, se han implementado los siguientes cambios en el archivo de la antigua certificación:

- ❖ Creación en la biblioteca de vidrios del programa de los cuatro tipos de vidrio presentes en el edificio (laminares de cubierta, dobles de cubierta, laminares de fachada, dobles de fachada) con las nuevas características una vez incorporadas las láminas de protección solar.
- ❖ Sustitución de los vidrios de fachadas suroeste, fachadas sureste y cubierta por los nuevos vidrios creados en la biblioteca.
- ❖ Modificación de los datos de las calderas “CAL-01”, “CAL-02” y “CAL-03” para adaptarlos a las nuevas calderas de biomasa.
- ❖ Creación de contribuciones energéticas de energía eléctrica generada para el autoconsumo.
- ❖ Cálculo de la nueva certificación energética para obtener la nueva demanda de calefacción. Con este valor y la nueva potencia total de calefacción, nuevo cálculo de las horas de funcionamiento del edificio.
- ❖ Introducción del nuevo período de calefacción en las horas de los unitermos y las bombas.
- ❖ Cálculo de la definitiva nueva certificación.

	HORAS DEMANDA CE3X	HORAS DEMANDA REAL
CALEFACCION	1843,70	1713,79
REFRIGERACION	0,00	0,00
	HORAS DEMANDA REAL TOTALES	1713,79
	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	3298,00
	HORARIO POR DEFECTO CE3X	3548,00
	%	0,93



## 1.2.2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

### 1.2.2.1. Cálculo de la inclinación de los paneles y pérdidas por sombras

Los paneles irán situados sobre plataformas metálicas en cubierta plana. La inclinación óptima es igual a la latitud del lugar para un funcionamiento durante todo el año, por lo que será de  $43^\circ$ .

Latitud de A Coruña:  $43,36^\circ$

Longitud=  $-8,41^\circ$

Azmut:  $-37^\circ$

Angulo de inclinación de los paneles:  $43^\circ$

Las pérdidas por orientación dependen de la orientación del edificio (o azimut) y del ángulo de inclinación de los paneles. A partir del método gráfico del Código Técnico se obtiene que las pérdidas por orientación, para una inclinación de  $43^\circ$  con azimut de  $-37^\circ$ , serán de un 8%.

No habrá pérdidas por sombras en la cubierta seleccionada.

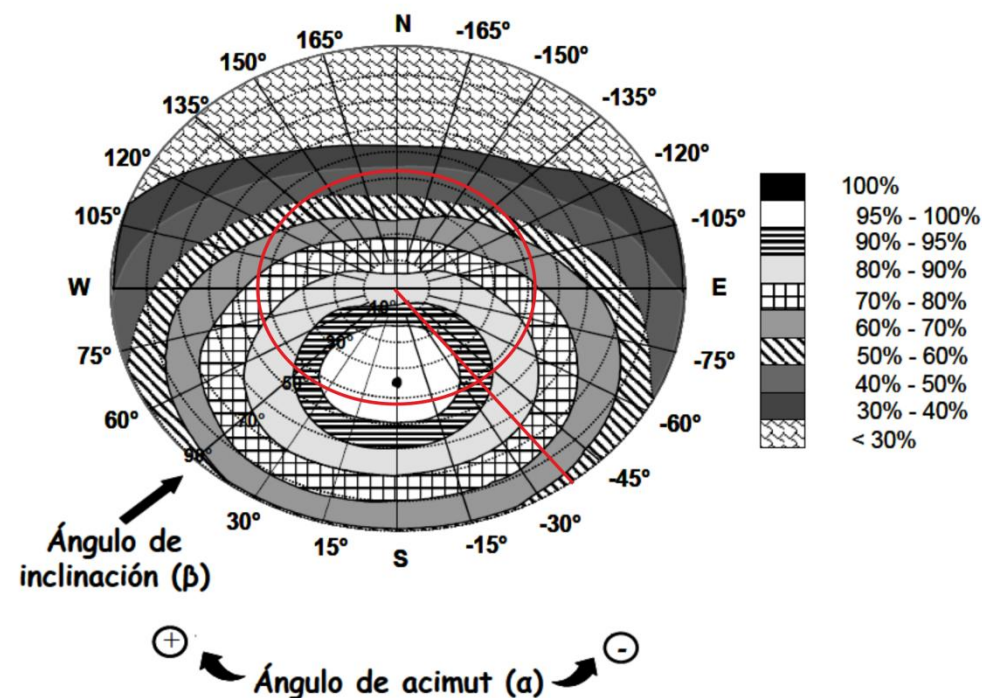


Ilustración 1. Cálculo de pérdidas por orientación para el edificio según el método gráfico del CTE

### 1.2.2.2. Dimensionado del número de paneles máximo a instalar y su colocación

La cubierta seleccionada para la instalación de los paneles solares fotovoltaicos es la situada más hacia el sur, junto a la fachada principal sureste. La elección de esta cubierta se debe a que es una de las cubiertas más altas y que carece de obstáculos (o por lo menos según plano, ya que en una vista aérea se aprecian cuatro pequeños obstáculos que se corresponden con salidas de ventilación y acceso a cubierta). Los únicos elementos que pueden arrojarle sombra son los muretes de fachada, que tienen una cota de 37,5 centímetros mayor que la de dicha cubierta. Sin embargo colocando los módulos centrados en la cubierta esta pequeña sombra no les afectará en absoluto.

Las dimensiones de la cubierta y de los paneles serán las que limiten el número de paneles a instalar y, por tanto, la potencia eléctrica instalada.

Dimensiones de la cubierta:  
 $108,79 \text{ m} \times 7,61 \text{ m} = 827,89 \text{ m}^2$

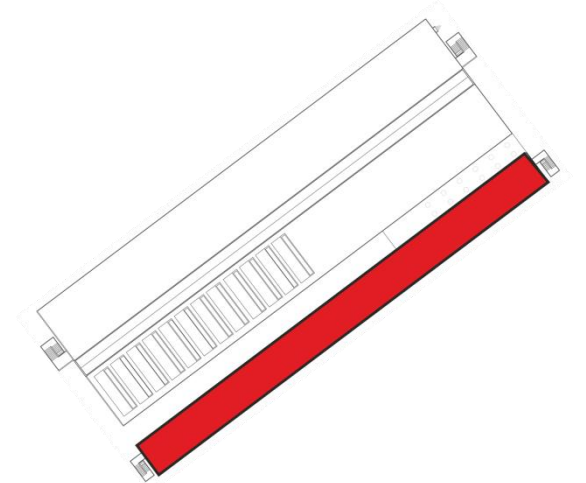
Los paneles elegidos serán del modelo "EX280 M" de Exiom Solution S. A. con las siguientes características:

Dimensión de un panel:  
 $1,956 \text{ m} \times 0,992 \text{ m} = 1,94 \text{ m}^2$

Potencia pico = 280 W

Máximo voltaje = 36,8 V

Intensidad máxima = 7,61 A



Los módulos se situarán paralelos a la línea de la fachada sureste (azimut de  $37^\circ$ ). A partir de ahí, habrá varias opciones:

- ❖ Disponer únicamente una fila de paneles.
- ❖ Disponer dos filas de paneles.
- ❖ Disponer dos filas de paneles continuas (con estructura a dos alturas).

La segunda y la tercera opción permitirán instalar el doble de paneles, por lo que serán las idóneas. La segunda opción precisa de una estructura menos compleja y es más fácil de instalar. Ha de calcularse, dadas las reducidas dimensiones de la cubierta, si es posible instalar más de una fila.

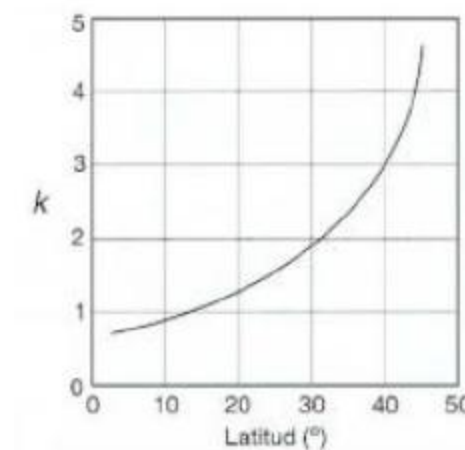
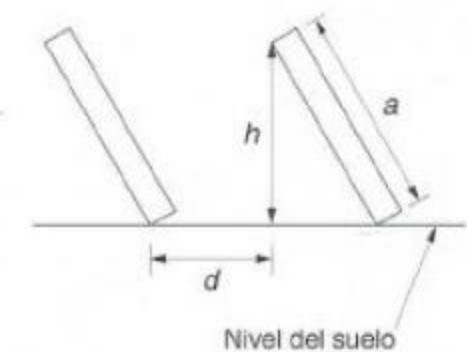


Ilustración 2. Cálculo de distancia mínima entre paneles



$$a = 1,956 \text{ m}$$

$$h = \sin \alpha \cdot a = \sin 43^\circ \cdot 1,956 \text{ m} = 1,334 \text{ m}$$

$$d = k \cdot h = 3,5 \cdot 1,334 \text{ m} = 4,67 \text{ m}$$

$$\text{Proyección horizontal del módulo (b)} = \cos \alpha \cdot a = \cos 43^\circ \cdot 1,956 \text{ m} = 1,431 \text{ m}$$

$$\text{Longitud de dos filas de módulos} = 2 \cdot b + d = 2 \cdot 1,431 \text{ m} + 4,67 \text{ m} = 7,532 \text{ m}$$

Por lo tanto, colocar dos filas de módulos fotovoltaicos sería demasiado ajustado. Se opta por colocar los módulos en dos filas pero en estructura de doble altura.

Se dejará una distancia prudente en las fachadas suroeste y noreste para evitar sombras y permitir el paso en posibles inspecciones en cubierta. Además se dejarán también algunos metros por posibles salientes de cubierta. Por ello, se estima una longitud de la fila de 100 metros.

Longitud de la fila (l) = 100 m

Ancho del panel (c) = 0,992 m

Nº de paneles por fila = l / c = 100 m / 0,992 m = 100,8 paneles/fila → 100 paneles/fila

Nº de paneles total [Nt] = 100 paneles/fila \* 2 filas = 200 paneles

Para conectarlos en paralelo será necesario una batería de 48 V ya que:

Número de paneles en serie [Ns]:

$$Ns = \frac{V_{bat}}{V_p}$$

Ns = 48 V / 36,8 V = 1,3 → 2 paneles en serie

Número de paneles en paralelo [Np] = 200 paneles / 2 paneles en serie = 100 paneles

### 1.2.2.3. Cálculo de la contribución energética de la instalación solar fotovoltaica

Con el número y tipo de paneles instalados se calcula la energía anual que producirán en las condiciones del edificio.

Irradiación global anual de A Coruña = 3,89 kwh/m<sup>2</sup>/día

Horas pico solar [HPS] = 3,89 h

Potencia pico de los paneles [Pp] = 0,280 kW

Rendimiento de los paneles (primeros 10 años) = 90%

Pérdidas por orientación, inclinación y sombras = 5%

Pérdidas totales [Pg] = 0,90 \* 0,92 = 0,828

Energía producida por día [Et]:

$$Et = Nt \times HPS \times Pp \times Pg$$

Et = 200 paneles \* 3,89 h \* 0,280 kW \* 0,828 = 180,372 kWh/día

Energía producida al año = 180,372 kWh/día \* 365 días = 65.835,60 kWh/año

### 1.2.2.4. Dimensionado del almacenamiento o baterías

El modelo de batería seleccionado será una batería “Modelo: “24 OPZS 4505AH/C100 2V” con las siguientes características:

Voltaje de cada elemento = 2 V

Capacidad del sistema de acumulación = 4.505 Ah

Profundidad de carga máxima = 25 %

Capacidad del sistema de acumulación [Cn]:

$$Cn (Ah) = \frac{\Delta E}{V_{bat} \times Pd}$$

Mínima energía de las baterías [ΔE]:

$$\Delta E = D \times Et$$

Días sin sol estimados para el cálculo [D]= 3 días

Et = 180,372 kWh/día

Voltaje de la batería [Vbat]= 2 V

Profundidad de descarga [Pd] = 0,75

ΔE = 3 días \* 180,372 kWh/día = 541.116 kWh

Cn = 541,116 Wh/día / (48 V \* 0,75) = 15.031 Ah

Nb = (15.031 Ah / 4.505 Ah) \* (48 V / 2 V) = 4 \* 24 = 96 baterías

NOTA: Cuantos más días sin sol se estimen para el cálculo mayor seguridad de abastecimiento ofrecerá la instalación. Sin embargo, las baterías son el componente más caro de la instalación, por lo que conviene reducir el número lo más posible. En el caso de esta instalación, la instalación fotovoltaica tan solo pretende ser un apoyo de energía eléctrica aparte de la energía de la red. Por ello, y para hacer viable la inversión, se estimarán solamente 3 días sin sol.

### 1.2.2.5. Dimensionado de los reguladores

La intensidad del regulador [Ig] ha de ser al menos:

$$Ig = I_{pmpp} \times Np$$

Siendo la corriente producida por cada rama en paralelo [Ipmpp]

$$I_{pmpp} = 1,2 \frac{Pp}{V_{pmpp}}$$

Np = 100 paneles

Pp = 0,280 kW

Tensión nominal del panel [Vpmpp] = 36,8 V

Ipmpp = 1,2 \* (280 W / 36,8 V) = 9,13 A

Ig = 9,13 A \* 100 paneles = 913 A

Seleccionando el modelo “BLUESOLAR MPPT 150/85 (12/24/36/48V-85A)”

Intensidad del regulador = 85 A

Número de reguladores [Nr] =  $913 \text{ A} / 85 \text{ A} = 10,74$  reguladores  $\rightarrow$  11 reguladores

### 1.2.2.6. Dimensionado de los inversores

La potencia total instalada del inversor o grupo de inversores debe ser mayor que la potencia de los aparatos de corriente alterna que va a abastecer. En el edificio la potencia eléctrica instalada de iluminación supera los 110 kW. A ello deben sumarse electrodomésticos, aparatos conectados a enchufes y equipos de climatización con consumo eléctrico. Por ello se estima una potencia total de 200 kW.

Además la tensión nominal de entrada deberá ser la del sistema de acumulación: 48 V.

Se selecciona el modelo "PHOENIX INVERTER 48/5000", con una potencia pico de 10.000 W, por lo que será necesario un grupo de 20 inversores.

### 1.2.2.7. Resumen

Por tanto la instalación fotovoltaica suministrará unos 65.835,60 kWh/año al edificio, y estará compuesta de los siguientes elementos:

- ❖ 200 paneles "EX280 M" con sus respectivas estructuras de fijación en cubierta plana
- ❖ 96 baterías "24 OPZS 4505AH/C100 2V"
- ❖ 11 reguladores de carga "BLUESOLAR MPPT 150/85 (12/24/36/48V-85A)"
- ❖ 20 inversores "PHOENIX INVERTER 48/5000"
- ❖ El cableado, fusibles y pequeño material eléctrico correspondiente

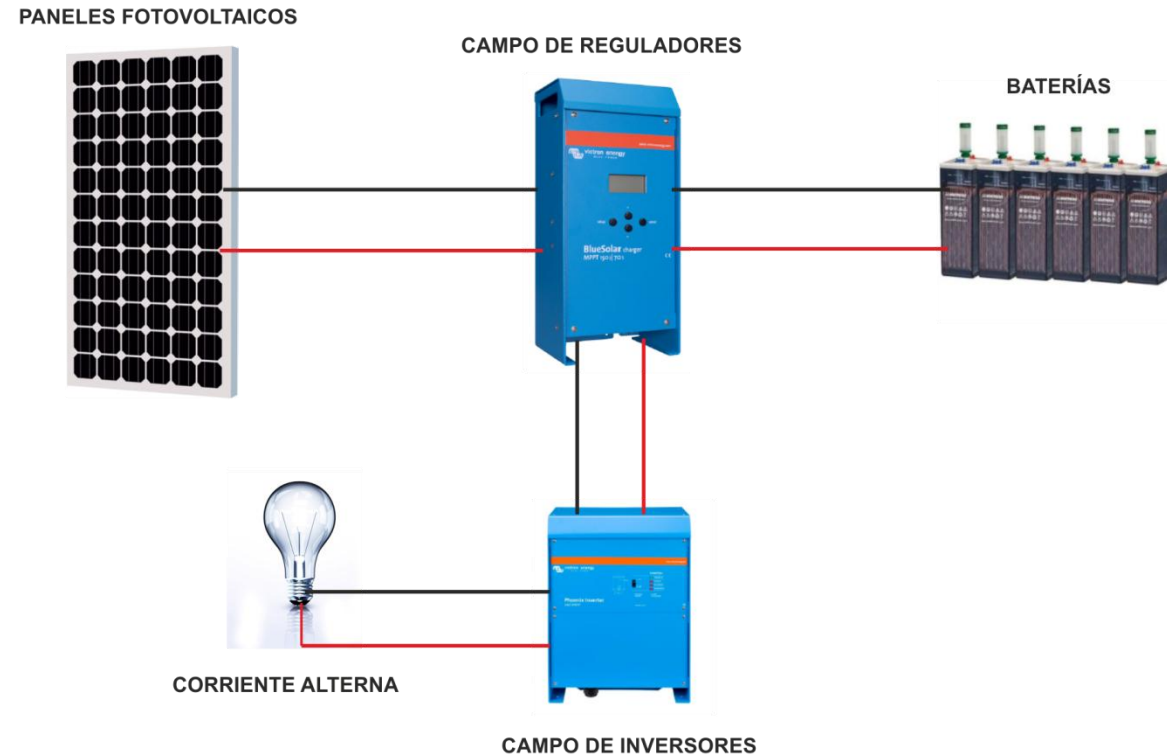


Ilustración 3. Esquema de la instalación fotovoltaica

### 1.2.3. MEMORIA DE LAS MEDICIONES, PRESUPUESTO Y VIABILIDAD

Para la elaboración del presupuesto se ha usado el programa "Arquímedes" dentro del software CYPE Ingenieros Versión 2015, tomando los siguientes criterios:

- ❖ Se han obtenido los precios descompuestos del generador de precios de CYPE introduciendo los datos generales de obra señalados en el Bloque IV, excepto para el caso de la instalación solar fotovoltaica.
- ❖ El precio descompuesto de la energía solar fotovoltaica se ha creado en Arquímedes a partir de los precios recogidos en la web "distribucionessolares.es". Se han estimado el coste del cableado, fusibles y pequeño material eléctrico en unos 1.000 €, y un coste de medios auxiliares del 2% con respecto al total del precio descompuesto.
- ❖ En el caso de las láminas de protección solar, se ha seleccionado el precio descompuesto genérico más parecido al producto seleccionado. Para medir la superficie de láminas, se le ha descontado a cada ventana de su superficie el porcentaje de marco.
- ❖ El cálculo de la viabilidad se ha hecho en CE3X importando la certificación del edificio rehabilitado como una medida de mejora en la certificación del estado actual.
- ❖ Para el cálculo de la viabilidad se ha seleccionado el presupuesto de ejecución por contrata.
- ❖ Los costes de mantenimiento se han calculado según datos del generador de precios de CYPE.
- ❖ Para el cálculo del ahorro anual de las medidas, se utilizará el resultado obtenido en el cálculo del VAN de CE3X despejando dicho valor en la fórmula:

$$VAN = -I_0 + \frac{Q_1}{1+k} + \dots + \frac{Q_n + VR}{(1+k)^n}$$

Siendo:

$I_0$  = Valor de la inversión inicial  
 $Q$  = Flujos anuales  
 $k$  = Tipo de interés  
 $n$  = Año

Despejando resulta que, para un  $k = 0,021$  y  $n = 20$  años:

$$\frac{(VAN + I_0)}{16,236} = Q$$

Ahorro anual =  $Q$



1.3. NUEVA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

1.3.1. ETIQUETA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO REHABILITADO



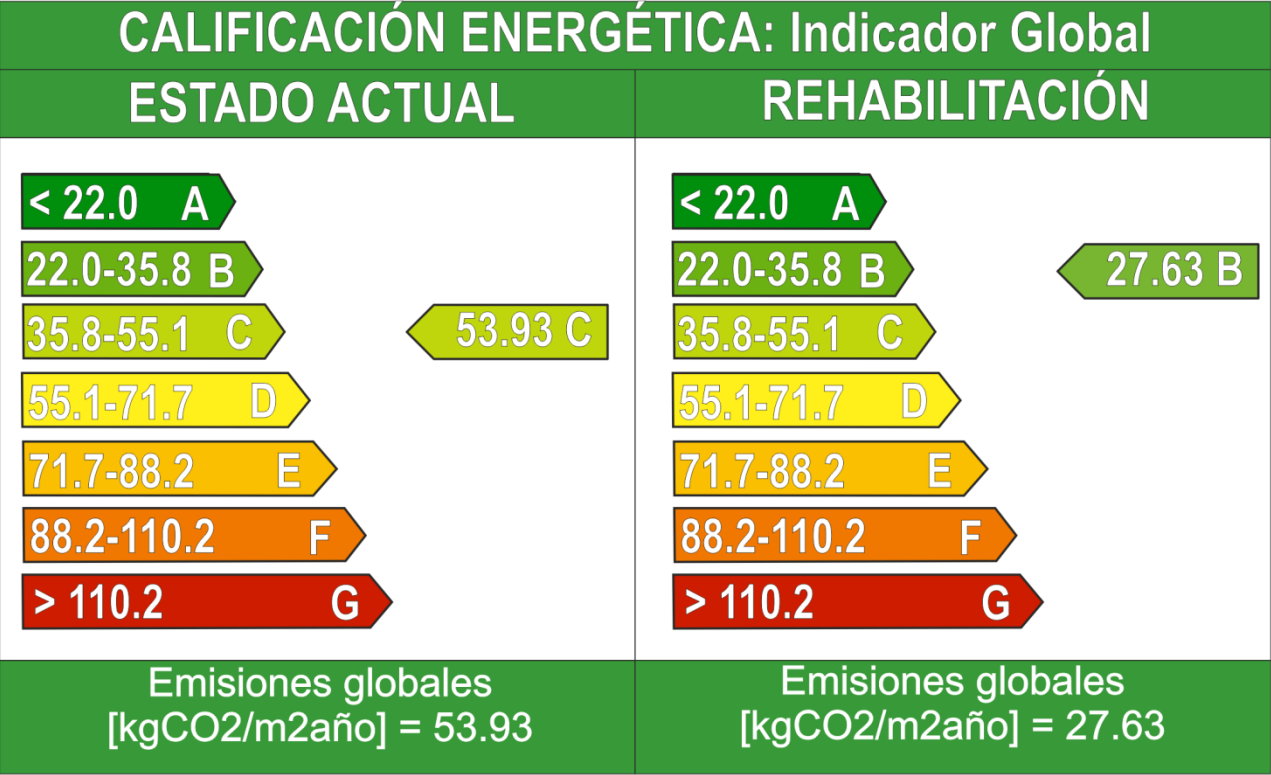
1.3.2. COMPARATIVA ENTRE LA NUEVA CERTIFICACIÓN Y LA ACTUAL

La certificación energética del edificio pasa de una letra “C” a una letra “B” gracias a las mejoras introducidas en el edificio.

Se producen mejoras en todos los indicadores parciales de eficiencia energética, excepto en la demanda y consumo de calefacción. Sin embargo, esta merma se contrarresta con una inmensa mejoría en las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la calefacción, gracias a los equipos de calefacción de biomasa.

Los resultados se resumen en los siguientes aspectos:

- ❖ Con la rehabilitación energética propuesta el edificio alcanza la calificación “B” reduciendo sus emisiones globales en un 49% hasta un ratio de 27,63 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año.



- ❖ Como es lógico, las emisiones y consumo de energía primaria en lo que respecta a iluminación y ACS permanecen constantes. Las emisiones de calefacción se reducen un 85% gracias a las calderas de biomasa. Por su parte, las emisiones de refrigeración se reducen un 61% gracias a la instalación de láminas de control solar.

	EMISIONES PARCIALES	
	ESTADO ACTUAL	REHABILITACIÓN
Emisiones calefacción [kgCO2/m2año]	17.10 E	2.64 A
Emisiones refrigeración [kgCO2/m2año]	13.53 G	5.28 E
Emisiones ACS [kgCO2/m2año]	0.00 A	0.00 A
Emisiones iluminación [kgCO2/m2año]	22.60 B	22.60 B

- ❖ La demanda de calefacción es un 19% mayor debido a la reducción del factor solar de las ventanas mediante la instalación de láminas.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	
ESTADO ACTUAL	REHABILITACIÓN
< 7.8 A	< 7.8 A
7.8-16.2 B	7.8-16.2 B
16.2-28.0 C	16.2-28.0 C
28.0-38.1 D	28.0-38.1 D
38.1-48.3 E	38.1-48.3 E
48.3-61.8 F	48.3-61.8 F
> 61.8 G	> 61.8 G
Demanda global de calefacción [kWh/m2año] = 45.94	
Demanda global de calefacción [kWh/m2año] = 54.87	

- ❖ El consumo total de energía primaria se reduce un 14% gracias a las medidas de mejora de la eficiencia energética.

CONSUMO DE ENERGÍA	
ESTADO ACTUAL	REHABILITACIÓN
< 89.4 A	< 89.4 A
89.4-145.3 B	89.4-145.3 B
145.3-223.6 C	145.3-223.6 C
223.6-290.7 D	223.6-290.7 D
290.7-357.7 E	290.7-357.7 E
357.7-447.2 F	357.7-447.2 F
> 447.2 G	> 447.2 G
Consumo global de energía primaria [kWh/m2año] = 213.10	
Consumo global de energía primaria [kWh/m2año] = 183.49	

- ❖ La demanda de refrigeración se reduce un 61% gracias a las láminas de control solar.

DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
ESTADO ACTUAL	REHABILITACIÓN
< -0.7 A	< -0.7 A
-0.7-2.9 B	-0.7-2.9 B
2.9-8.1 C	2.9-8.1 C
8.1-12.5 D	8.1-12.5 D
12.5-16.9 E	12.5-16.9 E
16.9-22.8 F	16.9-22.8 F
> 22.8 G	> 22.8 G
Demanda global de refrigeración [kWh/m2año] = 33.98	
Demanda global de refrigeración [kWh/m2año] = 13.26	

- ❖ El consumo de energía primaria de calefacción tras la rehabilitación aumenta casi un 5%, mientras que el consumo de energía primaria de refrigeración se reduce un 61% con la rehabilitación energética.

	CONSUMOS PARCIALES	
	ESTADO ACTUAL	REHABILITACIÓN
Energía primaria calefacción [kWh/m2año]	64.95 E	67.91 E
Energía primaria refrigeración [kWh/m2año]	54.40 G	21.24 C
Energía primaria ACS [kWh/m2año]	0.00 A	0.00 A
Energía primaria iluminación [kWh/m2año]	91.07 B	91.07 B

1.4. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

1.4.1. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Código	Ud	Descripción	Total	
1.REHABILITACIÓN ENERGÉTICA				
1.1.CERRAMIENTOS				
1.1.1.Cerramientos verticales: sustitución o mejora de huecos				
1.1.1.1.Incorporación de elementos de protección solar				
1.1.1.1.1. m² Lámina adhesiva transparente, de control solar, de 122x100 cm y 50 µm de espesor, color plata, para su aplicación en la cara interior del acristalamiento de carpintería exterior de fachada.				
1,050 m²		Lámina adhesiva transparente, de control solar, de 122x100 cm y 50 µm de espesor, color plata, para su aplicación en la cara interior del acristalamiento, a base de resinas termoplásticas y sedimento de aleaciones metálicas. Incluso p/p de sellado perimetral.	17,220 €	18,08 €
0,112 h		Oficial 1ª cristalero.	17,640 €	1,98 €
0,112 h		Ayudante cristalero.	16,900 €	1,89 €
2,000 %		Medios auxiliares	21,950 €	0,44 €
	3,000 %	Costes indirectos	22,390 €	0,67 €
Precio total por m²			23,06 €	
1.2.INSTALACIONES				
1.2.1.Calefacción, climatización y A.C.S.				
1.2.1.1.Desmontaje de equipo existente				
1.2.1.1.1. Ud Desmontaje de caldera a gasóleo, de 400 kW de potencia calorífica máxima soportes de fijación y bancada metálica de apoyo, con medios manuales y mecánicos y carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.				
1,771 h		Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 12 t y 20 m de altura máxima de trabajo.	40,370 €	71,50 €
4,304 h		Oficial 1ª calefactor.	16,870 €	72,61 €
4,304 h		Ayudante calefactor.	15,630 €	67,27 €
1,076 h		Peón ordinario construcción.	15,140 €	16,29 €
2,000 %		Medios auxiliares	227,670 €	4,55 €
	3,000 %	Costes indirectos	232,220 €	6,97 €
Precio total por Ud			239,19 €	
1.2.1.1.2. Ud Desmontaje de caldera a gasóleo, de 600 kW de potencia calorífica máxima soportes de fijación y bancada metálica de apoyo, con medios manuales y mecánicos y carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.				
2,214 h		Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 12 t y 20 m de altura máxima de trabajo.	40,370 €	89,38 €
5,380 h		Oficial 1ª calefactor.	16,870 €	90,76 €
5,380 h		Ayudante calefactor.	15,630 €	84,09 €
1,345 h		Peón ordinario construcción.	15,140 €	20,36 €
2,000 %		Medios auxiliares	284,590 €	5,69 €

Código	Ud	Descripción	Total	
			3,000 % Costes indirectos	290,280 €
				8,71 €
			Precio total por Ud	298,99 €
1.2.1.2.Calderas de biomasa				
1.2.1.2.1. Ud Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 79 a 350 kW, modelo Biomatic 350 BioControl "HERZ", con sistema de alimentación de pellets, compuesto por extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U".				
1,000 Ud		Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 79 a 350 kW, modelo Biomatic 350 BioControl "HERZ", con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1973x1186x2054 mm, aislamiento interior de 80 mm de espesor, cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador mediante plato vibratorio, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de recogida y extracción de cenizas del módulo de combustión, sistema motorizado con cinta de recogida automática y depósito con capacidad de 240 l, control de la combustión mediante sonda Lambda integrada, sistema de mando integrado BioControl 3000 con pantalla LCD, para el control de la combustión, del acumulador de A.C.S., del depósito de inercia, del sistema de elevación de la temperatura de retorno y de la válvula mezcladora para un rápido calentamiento del circuito de calefacción.	37.400,570 €	37.400,57 €
1,000 Ud		Termostato de regulación de temperatura ambiente, modelo FBR 1 "HERZ", con sonda de temperatura.	49,980 €	49,98 €
1,000 Ud		Interruptor para encendido automático de una segunda caldera, "HERZ".	147,950 €	147,95 €
1,000 Ud		Sonda de temperatura de humos, "HERZ".	78,250 €	78,25 €
1,000 Ud		Base de apoyo antivibraciones, "HERZ", para caldera.	148,610 €	148,61 €
1,000 Ud		Sistema de depuración de gases procedentes de la combustión, "HERZ", formado por ciclón, ventilador extractor, carenado con aislamiento y conexiones antivibración, para caldera de biomasa Biomatic BioControl.	4.703,590 €	4.703,59 €
1,000 Ud		Base de apoyo antivibraciones para el ciclón de humos, "HERZ".	47,340 €	47,34 €
1,000 Ud		Sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 80 mm de diámetro y bomba de circulación modelo Stratos Para 65/1-12, "HERZ", para evitar condensaciones y deposiciones de hollín en el interior de la caldera.	3.354,920 €	3.354,92 €
1,000 Ud		Depósito para cenizas de la combustión, "HERZ", para caldera de biomasa Biomatic BioControl, con tapa para el depósito.	373,500 €	373,50 €
1,000 Ud		Depósito para cenizas del intercambiador, "HERZ", para caldera de biomasa Biomatic BioControl, con tapa para el depósito.	431,370 €	431,37 €
1,000 Ud		Depósito para cenizas del ciclón de humos, "HERZ", para caldera de biomasa Biomatic BioControl, con tapa para el depósito.	431,370 €	431,37 €
1,000 Ud		Conexión antivibración para conducto de humos de 250 mm de diámetro, "HERZ".	211,740 €	211,74 €
1,000 Ud		Regulador de tiro de 250 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, "HERZ", para caldera.	230,150 €	230,15 €
1,000 Ud		Dirección de montaje y cableado de caldera de biomasa Biomatic BioControl, "HERZ".	2.301,490 €	2.301,49 €
1,000 Ud		Puesta en marcha y formación en el manejo de caldera de biomasa Biomatic BioControl, "HERZ".	637,840 €	637,84 €
1,000 Ud		Extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U", para sistema de alimentación de caldera de biomasa Biomatic BioControl, "HERZ".	3.110,960 €	3.110,96 €
1,000 Ud		Incremento de precio de transportador helicoidal sinfín, por seccionamiento para su transporte y posterior empalme, para sistema de alimentación de caldera de biomasa, "HERZ".	86,800 €	86,80 €



Código	Ud	Descripción	Total	
45,948 h	Oficial 1ª calefactor.		16,870 €	775,14 €
45,948 h	Ayudante calefactor.		15,630 €	718,17 €
2,000 %	Medios auxiliares		55.239,740 €	1.104,79 €
	3,000 % Costes indirectos		56.344,530 €	<b>1.690,34 €</b>
Precio total por Ud				<b>58.034,87 €</b>

<b>1.2.1.2.2. Ud</b> Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 79 a 450 kW, modelo Biomatic 500 BioControl "HERZ", con sistema de alimentación de pellets, compuesto por extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U".				
1,000 Ud	Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 79 a 450 kW, modelo Biomatic 500 BioControl "HERZ", con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1973x1186x2574 mm, aislamiento interior de 80 mm de espesor, cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador mediante plato vibratorio, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de recogida y extracción de cenizas del módulo de combustión, sistema motorizado con cinta de recogida automática y depósito con capacidad de 240 l, control de la combustión mediante sonda Lambda integrada, sistema de mando integrado BioControl 3000 con pantalla LCD, para el control de la combustión, del acumulador de A.C.S., del depósito de inercia, del sistema de elevación de la temperatura de retorno y de la válvula mezcladora para un rápido calentamiento del circuito de calefacción.	44.552,290 €	44.552,29 €	
1,000 Ud	Termostato de regulación de temperatura ambiente, modelo FBR 1 "HERZ", con sonda de temperatura.	49,980 €	49,98 €	
1,000 Ud	Interruptor para encendido automático de una segunda caldera, "HERZ".	147,950 €	147,95 €	
1,000 Ud	Sonda de temperatura de humos, "HERZ".	78,250 €	78,25 €	
1,000 Ud	Base de apoyo antivibraciones, "HERZ", para caldera.	148,610 €	148,61 €	
1,000 Ud	Sistema de depuración de gases procedentes de la combustión, "HERZ", formado por ciclón, ventilador extractor, carenado con aislamiento y conexiones antivibración, para caldera de biomasa Biomatic BioControl.	4.703,590 €	4.703,59 €	
1,000 Ud	Base de apoyo antivibraciones para el ciclón de humos, "HERZ".	47,340 €	47,34 €	
1,000 Ud	Sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 100 mm de diámetro y bomba de circulación modelo Stratos Para 80/1-12, "HERZ", para evitar condensaciones y deposiciones de hollín en el interior de la caldera.	4.695,040 €	4.695,04 €	
1,000 Ud	Depósito para cenizas de la combustión, "HERZ", para caldera de biomasa Biomatic BioControl, con tapa para el depósito.	373,500 €	373,50 €	
1,000 Ud	Depósito para cenizas del intercambiador, "HERZ", para caldera de biomasa Biomatic BioControl, con tapa para el depósito.	446,490 €	446,49 €	
1,000 Ud	Depósito para cenizas del ciclón de humos, "HERZ", para caldera de biomasa Biomatic BioControl, con tapa para el depósito.	431,370 €	431,37 €	
1,000 Ud	Conexión antivibración para conducto de humos de 250 mm de diámetro, "HERZ".	211,740 €	211,74 €	
1,000 Ud	Regulador de tiro de 250 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, "HERZ", para caldera.	230,150 €	230,15 €	
1,000 Ud	Dirección de montaje y cableado de caldera de biomasa Biomatic BioControl, "HERZ".	2.301,490 €	2.301,49 €	
1,000 Ud	Puesta en marcha y formación en el manejo de caldera de biomasa Biomatic BioControl, "HERZ".	637,840 €	637,84 €	
1,000 Ud	Extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U", para sistema de alimentación de caldera de biomasa Biomatic BioControl, "HERZ".	3.110,960 €	3.110,96 €	

Código	Ud	Descripción	Total	
1,000 Ud	Incremento de precio de transportador helicoidal sinfín, por seccionamiento para su transporte y posterior empalme, para sistema de alimentación de caldera de biomasa, "HERZ".		86,800 €	86,80 €
45,948 h	Oficial 1ª calefactor.		16,870 €	775,14 €
45,948 h	Ayudante calefactor.		15,630 €	718,17 €
2,000 %	Medios auxiliares		63.746,700 €	1.274,93 €
	3,000 % Costes indirectos		65.021,630 €	<b>1.950,65 €</b>
Precio total por Ud				<b>66.972,28 €</b>

<b>1.2.1.2.3. Ud</b> Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 79 a 450 kW, modelo Biomatic 500 BioControl "HERZ", con sistema de alimentación de pellets, compuesto por extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U".				
1,000 Ud	Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 79 a 450 kW, modelo Biomatic 500 BioControl "HERZ", con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1973x1186x2574 mm, aislamiento interior de 80 mm de espesor, cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador mediante plato vibratorio, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de recogida y extracción de cenizas del módulo de combustión, sistema motorizado con cinta de recogida automática y depósito con capacidad de 240 l, control de la combustión mediante sonda Lambda integrada, sistema de mando integrado BioControl 3000 con pantalla LCD, para el control de la combustión, del acumulador de A.C.S., del depósito de inercia, del sistema de elevación de la temperatura de retorno y de la válvula mezcladora para un rápido calentamiento del circuito de calefacción.	44.552,290 €	44.552,29 €	
1,000 Ud	Termostato de regulación de temperatura ambiente, modelo FBR 1 "HERZ", con sonda de temperatura.	49,980 €	49,98 €	
1,000 Ud	Sonda de temperatura de humos, "HERZ".	78,250 €	78,25 €	
1,000 Ud	Base de apoyo antivibraciones, "HERZ", para caldera.	148,610 €	148,61 €	
1,000 Ud	Sistema de depuración de gases procedentes de la combustión, "HERZ", formado por ciclón, ventilador extractor, carenado con aislamiento y conexiones antivibración, para caldera de biomasa Biomatic BioControl.	4.703,590 €	4.703,59 €	
1,000 Ud	Base de apoyo antivibraciones para el ciclón de humos, "HERZ".	47,340 €	47,34 €	
1,000 Ud	Sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 100 mm de diámetro y bomba de circulación modelo Stratos Para 80/1-12, "HERZ", para evitar condensaciones y deposiciones de hollín en el interior de la caldera.	4.695,040 €	4.695,04 €	
1,000 Ud	Depósito para cenizas de la combustión, "HERZ", para caldera de biomasa Biomatic BioControl, con tapa para el depósito.	373,500 €	373,50 €	
1,000 Ud	Depósito para cenizas del intercambiador, "HERZ", para caldera de biomasa Biomatic BioControl, con tapa para el depósito.	446,490 €	446,49 €	
1,000 Ud	Depósito para cenizas del ciclón de humos, "HERZ", para caldera de biomasa Biomatic BioControl, con tapa para el depósito.	431,370 €	431,37 €	
1,000 Ud	Conexión antivibración para conducto de humos de 250 mm de diámetro, "HERZ".	211,740 €	211,74 €	
1,000 Ud	Regulador de tiro de 250 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, "HERZ", para caldera.	230,150 €	230,15 €	
1,000 Ud	Dirección de montaje y cableado de caldera de biomasa Biomatic BioControl, "HERZ".	2.301,490 €	2.301,49 €	
1,000 Ud	Puesta en marcha y formación en el manejo de caldera de biomasa Biomatic BioControl, "HERZ".	637,840 €	637,84 €	

Código	Ud	Descripción	Total	
1,000	Ud	Extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U", para sistema de alimentación de caldera de biomasa Biomatic BioControl, "HERZ".	3.110,960 €	3.110,96 €
1,000	Ud	Incremento de precio de transportador helicoidal sinfín, por seccionamiento para su transporte y posterior empalme, para sistema de alimentación de caldera de biomasa, "HERZ".	86,800 €	86,80 €
45,948	h	Oficial 1ª calefactor.	16,870 €	775,14 €
45,948	h	Ayudante calefactor.	15,630 €	718,17 €
2,000	%	Medios auxiliares	63.598,750 €	1.271,98 €
3,000	%	Costes indirectos	64.870,730 €	1.946,12 €
Precio total por Ud				66.816,85 €

1.2.2.Contribuciones energéticas

1.2.2.1. Captación solar

1.2.2.1.1.	Ud	Instalación solar fotovoltaica sobre cubierta plana que incluye placas solares, estructura de fijación, acumuladores, reguladores, inversores, cableado, fusibles y pequeño material eléctrico.		
200,000	Ud	Panel solar Exiom Solution EX-280 M	336,000 €	67.200,00 €
100,000	Ud	Estructura soporte para panel fotovoltaico	69,000 €	6.900,00 €
96,000	Ud	Batería acumuladora TZS-24 / 24 OPzS 3000 (4505Ah/C100)	932,500 €	89.520,00 €
11,000	Ud	Regulador de carga BLUESOLAR MPPT 150/85 (12/24/36/48V-85A)	619,000 €	6.809,00 €
20,000	Ud	Inversor PHOENIX INVERTER 48/5000	1.835,000 €	36.700,00 €
1,000	Ud	Cableado, fusibles y pequeño material eléctrico	1.000,000 €	1.000,00 €
200,000	H	Oficial 1ª electricista	11,940 €	2.388,00 €
200,000	H	Peón especializado	11,140 €	2.228,00 €
2,000	%	Medios auxiliares	212.745,000 €	4.254,90 €
3,000	%	Costes indirectos	216.999,900 €	6.510,00 €
Precio total por Ud				223.509,90 €

1.3. SEGURIDAD Y SALUD

1.3.1. Formación

1.3.1.1. Reuniones

1.3.1.1.1.	Ud	Reunión del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.		
1,000	Ud	Coste de la reunión del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.	86,110 €	86,11 €
2,000	%	Medios auxiliares	86,110 €	1,72 €
3,000	%	Costes indirectos	87,830 €	2,63 €
Precio total por Ud				90,46 €

1.3.2. Equipos de protección individual

1.3.2.1. Para la cabeza

1.3.2.1.1.	Ud	Casco de protección, amortizable en 10 usos.		
0,100	Ud	Casco de protección, EPI de categoría II, según EN 397 y UNE-EN 13087-7, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	1,800 €	0,18 €

Código	Ud	Descripción	Total	
3,000	%	Costes indirectos	0,180 €	0,01 €
Precio total por Ud				0,19 €
1.3.2.1.2.	Ud	Casco aislante eléctrico, amortizable en 10 usos.		
0,100	Ud	Casco aislante eléctrico hasta una tensión de 1000 V de corriente alterna o de 1500 V de corriente continua, EPI de categoría III, según UNE-EN 50365, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	9,320 €	0,93 €
2,000	%	Medios auxiliares	0,930 €	0,02 €
3,000	%	Costes indirectos	0,950 €	0,03 €
Precio total por Ud				0,98 €

1.3.2.2. Contra caídas de altura

1.2.2.2.1.	Ud	Sistema anticaídas compuesto por un conector básico (clase B), amortizable en 4 usos; un dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible, amortizable en 4 usos; una cuerda de fibra de longitud fija como elemento de amarre, amortizable en 4 usos; un absorbedor de energía, amortizable en 4 usos y un arnés anticaídas con un punto de amarre, amortizable en 4 usos.		
0,250	Ud	Conector básico (clase B), EPI de categoría III, según UNE-EN 362, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	11,720 €	2,93 €
0,250	Ud	Dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible, EPI de categoría III, según UNE-EN 353-2, UNE-EN 363, UNE-EN 364 y UNE-EN 365, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	66,370 €	16,59 €
0,250	Ud	Cuerda de fibra como elemento de amarre, de longitud fija, EPI de categoría III, según UNE-EN 354, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	49,610 €	12,40 €
0,250	Ud	Absorbedor de energía, EPI de categoría III, según UNE-EN 355, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	70,810 €	17,70 €
0,250	Ud	Arnés anticaídas, con un punto de amarre, EPI de categoría III, según UNE-EN 361, UNE-EN 363, UNE-EN 364 y UNE-EN 365, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	22,030 €	5,51 €
2,000	%	Medios auxiliares	55,130 €	1,10 €
3,000	%	Costes indirectos	56,230 €	1,69 €
Precio total por Ud				57,92 €

1.3.2.3. Para los ojos y la cara

1.3.2.3.1.	Ud	Gafas de protección con montura universal, de uso básico, amortizable en 5 usos.		
0,200	Ud	Gafas de protección con montura universal, de uso básico, EPI de categoría II, según UNE-EN 166, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	10,050 €	2,01 €
2,000	%	Medios auxiliares	2,010 €	0,04 €
3,000	%	Costes indirectos	2,050 €	0,06 €
Precio total por Ud				2,11 €

1.3.2.4. Para las manos y los brazos

1.3.2.4.1.	Ud	Par de guantes contra riesgos mecánicos amortizable en 4 usos.		
0,250	Ud	Par de guantes contra riesgos mecánicos, EPI de categoría II, según UNE-EN 420 y UNE-EN 388, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	10,390 €	2,60 €
2,000	%	Medios auxiliares	2,600 €	0,05 €
3,000	%	Costes indirectos	2,650 €	0,08 €
Precio total por Ud				2,73 €

Código	Ud	Descripción	Total	
<b>1.3.2.4.2. Ud</b> Par de guantes para trabajos eléctricos de baja tensión, amortizable en 4 usos.				
0,250	Ud	Par de guantes para trabajos eléctricos de baja tensión, EPI de categoría III, según UNE-EN 420 y UNE-EN 60903, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	32,320 €	8,08 €
2,000	%	Medios auxiliares	8,080 €	0,16 €
		3,000 % Costes indirectos	8,240 €	<b>0,25 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>8,49 €</b>
<b>1.3.2.5. Para los pies y las piernas</b>				
<b>1.3.2.5.1. Ud</b> Par de zapatos de seguridad, con resistencia al deslizamiento, con código de designación SB, amortizable en 2 usos.				
0,500	Ud	Par de zapatos de seguridad, con puntera resistente a un impacto de hasta 200 J y a una compresión de hasta 15 kN, con resistencia al deslizamiento, EPI de categoría II, según UNE-EN ISO 20344 y UNE-EN ISO 20345, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	29,210 €	14,61 €
2,000	%	Medios auxiliares	14,610 €	0,29 €
		3,000 % Costes indirectos	14,900 €	<b>0,45 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>15,35 €</b>
<b>1.3.2.5.2. Ud</b> Par de zapatos de seguridad, con resistencia al deslizamiento, aislante, con código de designación SB, amortizable en 2 usos.				
0,500	Ud	Par de zapatos de seguridad, con puntera resistente a un impacto de hasta 200 J y a una compresión de hasta 15 kN, con resistencia al deslizamiento, aislante, EPI de categoría III, según UNE-EN ISO 20344, UNE-EN 50321 y UNE-EN ISO 20345, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	136,270 €	68,14 €
2,000	%	Medios auxiliares	68,140 €	1,36 €
		3,000 % Costes indirectos	69,500 €	<b>2,09 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>71,59 €</b>
<b>1.3.2.6. Para el cuerpo (vestuario de protección)</b>				
<b>1.3.2.6.1. Ud</b> Mono de protección, amortizable en 5 usos.				
0,200	Ud	Mono de protección, EPI de categoría I, según UNE-EN 340, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	30,170 €	6,03 €
2,000	%	Medios auxiliares	6,030 €	0,12 €
		3,000 % Costes indirectos	6,150 €	<b>0,18 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>6,33 €</b>
<b>1.3.3. Medicina preventiva y primeros auxilios</b>				
<b>1.3.3.1. Material médico</b>				
<b>1.3.3.1.1. Ud</b> Botiquín de urgencia en caseta de obra.				
1,000	Ud	Botiquín de urgencia provisto de desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, un par de tijeras, pinzas y guantes desechables.	74,770 €	74,77 €
0,180	h	Peón ordinario construcción.	15,140 €	2,73 €
2,000	%	Medios auxiliares	77,500 €	1,55 €
		3,000 % Costes indirectos	79,050 €	<b>2,37 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>81,42 €</b>

Código	Ud	Descripción	Total	
1.3.4. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar				
1.3.4.1.Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)				
1.3.4.1.1. Ud Alquiler mensual de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de 4,20x2,33x2,30 m (9,80 m²).				
1,000	Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de 4,20x2,33x2,30 (9,80) m², compuesta por: estructura metálica mediante perfiles conformados en frío; cerramiento de chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada; cubierta de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido; instalación de electricidad y fuerza con toma exterior a 230 V; tubos fluorescentes y punto de luz exterior; ventanas correderas de aluminio anodizado, con luna de 6 mm y rejas; puerta de entrada de chapa galvanizada de 1 mm con cerradura; suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm y poliestireno de 50 mm con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal y revestimiento de tablero melaminado en paredes. Según R.D. 1627/1997.	78,150 €	78,15 €
2,000	%	Medios auxiliares	78,150 €	1,56 €
		3,000 % Costes indirectos	79,710 €	2,39 €
Precio total por Ud				82,10 €
1.3.4.1.2. Ud Alquiler mensual de caseta prefabricada para almacenamiento en obra de los materiales, la pequeña maquinaria y las herramientas, de 3,43x2,05x2,30 m (7,00 m²).				
1,000	Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacenamiento en obra de materiales, pequeña maquinaria y herramientas, de 3,43x2,05x2,30 m (7,00 m²), compuesta por: estructura metálica mediante perfiles conformados en frío; cerramiento de chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada; cubierta de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; instalación de electricidad y fuerza con toma exterior a 230 V; tubos fluorescentes y punto de luz exterior; ventanas correderas de aluminio anodizado, con luna de 6 mm y rejas; puerta de entrada de chapa galvanizada de 1 mm con cerradura; suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm.	66,680 €	66,68 €
2,000	%	Medios auxiliares	66,680 €	1,33 €
		3,000 % Costes indirectos	68,010 €	2,04 €
Precio total por Ud				70,05 €
1.3.4.2. Limpieza				
1.3.4.2.1. Ud Hora de limpieza y desinfección de caseta o local provisional en obra.				
		Sin descomposición		12,000 €
		3,000 % Costes indirectos	12,000 €	0,36 €
Precio total redondeado por Ud				12,36 €
2.				
1.3.5. Señalización provisional de obras				
1.3.5.1. Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras				
1.3.5.1. Ud Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.				
		Sin descomposición		100,000 €
		3,000 % Costes indirectos	100,000 €	3,00 €
Precio total redondeado por Ud				103,00 €



1.4.2. MEDICIONES

Código	Ud	Descripción	Total	
1.REHABILITACIÓN ENERGÉTICA				
1.1.CERRAMIENTOS				
1.1.1.Cerramientos verticales: sustitución o mejora de huecos				
1.1.1.1.Incorporación de elementos de protección solar				
1.1.1.1.1.	m <sup>2</sup>	Lámina adhesiva transparente, de control solar, de 122x100 cm y 50 µm de espesor, color plata, para su aplicación en la cara interior del acristalamiento de carpintería exterior de fachada.	Uds.	Área
			Parcial	Subtotal
L-01	2	185,832	371,664	
L-02	12	25,769	309,228	
V-03 B	1	3,284	3,284	
V-03 C	1	1,095	1,095	
V-05 B	1	20,477	20,477	
V-08 A	1	161,012	161,012	
V-08 B	1	45,905	45,905	
V-08 C	1	7,766	7,766	
V-09	1	66,150	66,150	
V-09 A	1	4,410	4,410	
V-09 B	1	7,719	7,719	
V-10	1	2,978	2,978	
V-11	1	4,198	4,198	
V-12	1	3,957	3,957	
V-13 A	1	1,837	1,837	
			1.011,680	1.011,680
			Total m² : 1.011,680	

1.2. INSTALACIONES

1.2.1.Calefacción, climatización y A.C.S.

1.2.1.1.Desmontaje de equipo existente

1.2.1.1.1.	Ud	Desmontaje de caldera a gasóleo, de 400 kW de potencia calorífica máxima soportes de fijación y bancada metálica de apoyo, con medios manuales y mecánicos y carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.	Total Ud : 1,000	
1.2.1.1.2.	Ud	Desmontaje de caldera a gasóleo, de 600 kW de potencia calorífica máxima soportes de fijación y bancada metálica de apoyo, con medios manuales y mecánicos y carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.	Total Ud : 2,000	

1.2.1.2.Calderas de biomasa

Código	Ud	Descripción	Total
1.2.1.2.1.	Ud	Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 79 a 350 kW, modelo Biomatic 350 BioControl "HERZ", con sistema de alimentación de pellets, compuesto por extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U".	Total Ud : 1,000
1.2.1.2.2.	Ud	Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 79 a 450 kW, modelo Biomatic 500 BioControl "HERZ", con sistema de alimentación de pellets, compuesto por extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U".	Total Ud : 1,000
1.2.1.2.3.	Ud	Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 79 a 450 kW, modelo Biomatic 500 BioControl "HERZ", con sistema de alimentación de pellets, compuesto por extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U".	Total Ud : 1,000

1.2.2.Contribuciones energéticas

1.2.2.1.Captación solar

1.2.2.1.1.	Ud	Instalación solar fotovoltaica sobre cubierta plana que incluye placas solares, estructura de fijación, acumuladores, reguladores, inversores, cableado, fusibles y pequeño material eléctrico.	Total Ud : 1,000
------------	----	---	------------------

1.3. SEGURIDAD Y SALUD

1.3.1. Formación

1.3.1.1. Reuniones

1.3.1.1.1.	Ud	Reunión del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.	Total Ud : 3,000
------------	----	--	------------------

1.3.2. Equipos de protección individual

1.3.2.1. Para la cabeza

1.3.2.1.1.	Ud	Casco de protección, amortizable en 10 usos.	Total Ud : 5,000
------------	----	--	------------------

1.3.2.1.2.	Ud	Casco aislante eléctrico, amortizable en 10 usos.
------------	----	---

Total Ud : 2,000

1.3.2.2. Contra caídas de altura

1.3.2.2.1.	Ud	Sistema anticaídas compuesto por un conector básico (clase B), amortizable en 4 usos; un dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible, amortizable en 4 usos; una cuerda de fibra de longitud fija como elemento de amarre, amortizable en 4 usos; un absorbedor de energía, amortizable en 4 usos y un arnés anticaídas con un punto de amarre, amortizable en 4 usos.	Total Ud : 2,000
------------	----	--	------------------

1.3.2.3. Para los ojos y la cara

1.3.2.3.1.	Ud	Gafas de protección con montura universal, de uso básico, amortizable en 5 usos.	Total Ud : 7,000
------------	----	--	------------------

1.3.2.4. Para las manos y los brazos

Código	Ud	Descripción	Total
1.3.2.4.1.	Ud	Par de guantes contra riesgos mecánicos amortizable en 4 usos.	
Total Ud :			5,000
1.3.2.4.2.	Ud	Par de guantes para trabajos eléctricos de baja tensión, amortizable en 4 usos.	
Total Ud :			2,000
1.3.2.4. Para los pies y las piernas			
1.3.2.4.1.	Ud	Par de zapatos de seguridad, con resistencia al deslizamiento, con código de designación SB, amortizable en 2 usos.	
Total Ud :			5,000
1.3.2.4.2.	Ud	Par de zapatos de seguridad, con resistencia al deslizamiento, aislante, con código de designación SB, amortizable en 2 usos.	
Total Ud :			2,000
1.3.2.5. Para el cuerpo (vestuario de protección)			
1.3.2.5.1.	Ud	Mono de protección, amortizable en 5 usos.	
Total Ud :			7,000
1.3.3. Medicina preventiva y primeros auxilios			
1.3.3.1. Material médico			
1.3.3.1.1.	Ud	Botiquín de urgencia en caseta de obra.	
Total Ud :			1,000
1.3.4. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar			
1.3.4.1. Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)			
1.3.4.1.1.	Ud	Alquiler mensual de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de 4,20x2,33x2,30 m (9,80 m²).	
Total Ud :			2,000
1.3.4.1.2.	Ud	Alquiler mensual de caseta prefabricada para almacenamiento en obra de los materiales, la pequeña maquinaria y las herramientas, de 3,43x2,05x2,30 m (7,00 m²).	
Total Ud :			2,000
1.3.4.2. Limpieza			
1.3.4.2.1.	Ud	Hora de limpieza y desinfección de caseta o local provisional en obra.	
Total Ud :			8,000
1.3.5.Señalización provisional de obras			
1.3.5.1.Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras			
1.3.5.1.	Ud	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.	
Total Ud :			1,000
2.			

1.4.3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.REHABILITACIÓN ENERGÉTICA					
1.1.CERRAMIENTOS					
1.1.1.Cerramientos verticales: sustitución o mejora de huecos					
1.1.1.1.Incorporación de elementos de protección solar					
1.1.1.1.1.	M²	Lámina adhesiva transparente, de control solar, de 122x100 cm y 50 µm de espesor, color plata, para su aplicación en la cara interior del acristalamiento de carpintería exterior de fachada.			
			Total m² : 1.011,680	23,06	23.329,34
Total 1.1.1.1. Incorporación de elementos de protección solar :					23.329,34
Total 1.1.1. Cerramientos verticales: sustitución o mejora de huecos :					23.329,34
Total 1.1. CERRAMIENTOS :					23.329,34
1.2.INSTALACIONES					
1.2.1.Calefacción, climatización y A.C.S.					
1.2.1.1.Desmontaje de equipo existente					
1.2.1.1.1.	Ud	Desmontaje de caldera a gasóleo, de 400 kW de potencia calorífica máxima soportes de fijación y bancada metálica de apoyo, con medios manuales y mecánicos y carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.			
			Total Ud :	1,000 239,19	239,19
1.2.1.1.2.	Ud	Desmontaje de caldera a gasóleo, de 600 kW de potencia calorífica máxima soportes de fijación y bancada metálica de apoyo, con medios manuales y mecánicos y carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.			
			Total Ud :	2,000 298,99	597,98
Total 1.2.1.1. Desmontaje de equipo existente :					837,17
1.2.1.2.Calderas de biomasa					
1.2.1.2.1.	Ud	Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 79 a 350 kW, modelo Biomatic 350 BioControl "HERZ", con sistema de alimentación de pellets, compuesto por extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U".			
			Total Ud :	1,000 58.034,87	58.034,87
1.2.1.2.2.	Ud	Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 79 a 450 kW, modelo Biomatic 500 BioControl "HERZ", con sistema de alimentación de pellets, compuesto por extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U".			
			Total Ud :	1,000 66.972,28	66.972,28
1.2.1.2.3.	Ud	Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 79 a 450 kW, modelo Biomatic 500 BioControl "HERZ", con sistema de alimentación de pellets, compuesto por extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U".			
			Total Ud :	1,000 66.816,85	66.816,85
Total 1.2.1.2. Calderas de biomasa :					191.824,00
Total 1.2.1. Calefacción, climatización y A.C.S. :					192.661,17

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>1.2.2.Contribuciones energéticas</b>					
<b>1.2.2.1. Captación solar</b>					
1.2.2.1.1.	Ud	Instalación solar fotovoltaica sobre cubierta plana que incluye placas solares, estructura de fijación, acumuladores, reguladores, inversores, cableado, fusibles y pequeño material eléctrico.			
Total Ud :			1,000	223.509,90	<b>223.509,90</b>
Total 1.2.2.1. Captación solar :					<b>223.509,90</b>
Total 1.2.2. Contribuciones energéticas :					<b>223.509,90</b>
Total 1.2. INSTALACIONES :					<b>416.171,07</b>
<b>1.3.SEGURIDAD Y SALUD</b>					
<b>1.3.1. Formación</b>					
<b>1.3.1.1. Reuniones</b>					
1.3.1.1.1.	Ud	Reunión del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.			
Total Ud :			3,000	90,46	<b>271,38</b>
Total 1.3.1.1. Reuniones					<b>271,38</b>
Total 1.3.1. Formación					<b>271,38</b>
<b>1.3.2. Equipos de protección individual</b>					
<b>1.3.2.1. Para la cabeza</b>					
1.3.2.1.1.	Ud	Casco de protección, amortizable en 10 usos.			
Total Ud :			5,000	0,19	<b>0,95</b>
1.3.2.1.2.	Ud	Casco aislante eléctrico, amortizable en 10 usos.			
Total Ud :			2,000	0,98	<b>1,96</b>
Total 1.3.2.1. Para la cabeza					<b>2,91</b>
<b>1.3.2.2. Contra caídas de altura</b>					
1.3.2.2.1.	Ud	Sistema anticaídas compuesto por un conector básico (clase B), amortizable en 4 usos; un dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible, amortizable en 4 usos; una cuerda de fibra de longitud fija como elemento de amarre, amortizable en 4 usos; un absorbedor de energía, amortizable en 4 usos y un arnés anticaídas con un punto de amarre, amortizable en 4 usos.			
Total Ud :			2,000	57,92	<b>115,84</b>
Total 1.3.2.2. Contra caídas de altura					<b>115,84</b>
<b>1.3.2.3. Para los ojos y la cara</b>					
1.3.2.3.2.	Ud	Gafas de protección con montura universal, de uso básico, amortizable en 5 usos.			
Total Ud :			7,000	2,11	<b>14,77</b>
Total 1.3.2.3. Para los ojos y la cara					<b>14,77</b>
<b>1.3.2.4. Para las manos y los brazos</b>					
1.3.2.4.1.	Ud	Par de guantes contra riesgos mecánicos amortizable en 4 usos.			
Total Ud :			5,000	2,73	<b>13,65</b>
1.3.2.4.2.	Ud	Par de guantes para trabajos eléctricos de baja tensión, amortizable en 4 usos.			
Total Ud :			2,000	8,49	<b>16,98</b>
Total 1.3.2.4. Para las manos y los brazos					<b>30,63</b>
<b>1.3.2.5. Para los pies y las piernas</b>					

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.3.2.5.1.	Ud	Par de zapatos de seguridad, con resistencia al deslizamiento, con código de designación SB, amortizable en 2 usos.			
Total Ud :			5,000	15,35	<b>76,75</b>
1.3.2.5.2.	Ud	Par de zapatos de seguridad, con resistencia al deslizamiento, aislante, con código de designación SB, amortizable en 2 usos.			
Total Ud :			2,000	71,59	<b>143,18</b>
Total 1.3.2.5. Para los pies y las piernas					<b>219,93</b>
<b>1.3.2.6. Para el cuerpo (vestuario de protección)</b>					
1.3.2.6.1.	Ud	Mono de protección, amortizable en 5 usos.			
Total Ud :			7,000	6,33	<b>44,31</b>
Total 1.3.2.6. Para el cuerpo (vestuario de protección)					<b>44,31</b>
Total 1.3.2. Equipos de protección individual					<b>428,39</b>
<b>1.3.3. Medicina preventiva y primeros auxilios</b>					
<b>1.3.3.1. Material médico</b>					
1.3.3.1.1.	Ud	Botiquín de urgencia en caseta de obra.			
Total Ud :			1,000	81,42	<b>81,42</b>
Total 1.3.3.1. Material médico					<b>81,42</b>
Total 1.3.3. Medicina preventiva y primeros auxilios					<b>81,42</b>
<b>1.3.4. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar</b>					
<b>1.3.4.1. Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)</b>					
1.3.4.1.1.	Ud	Alquiler mensual de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de 4,20x2,33x2,30 m (9,80 m²).			
Total Ud :			2,000	82,10	<b>164,20</b>
1.3.4.1.1.	Ud	Alquiler mensual de caseta prefabricada para almacenamiento en obra de los materiales, la pequeña maquinaria y las herramientas, de 3,43x2,05x2,30 m (7,00 m²).			
Total Ud :			2,000	70,05	<b>140,10</b>
Total 1.3.4.1.Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)					<b>304,30</b>
<b>1.3.4.2. Limpieza</b>					
1.3.4.2.1.	Ud	Hora de limpieza y desinfección de caseta o local provisional en obra.			
Total Ud :			8,000	12,36	<b>98,88</b>
Total 1.3.4.2.Limpieza					<b>98,88</b>
Total 1.3.4. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar					<b>403,18</b>
<b>1.3.5.Señalización provisional de obras</b>					
<b>1.3.5.1. Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras</b>					
1.3.5.1.1.	Ud	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.			
Total Ud :			1,000	103,00	<b>103,00</b>
Total 1.3.5.1. Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras					<b>103,00</b>
Total 1.3.5. Señalización provisional de obras					<b>103,00</b>
Total 1.3.SEGURIDAD Y SALUD:					<b>1.287,37</b>
Total 1.REHABILITACIÓN ENERGÉTICA					<b>440.787,78</b>



1.4.4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

1.REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

1.1.CERRAMIENTOS	23.329,34
1.2.INSTALACIONES	416.171,07
1.3.SEGURIDAD Y SALUD	1.287,37
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>440.787,78</b>
13% de gastos generales	57.302,41
6% de beneficio industrial	26.447,27
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>524.537,46</b>
21% IVA	110.152,87
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>634.690,33</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de SEISCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS NOVENTA EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS.

1.5. CÁLCULO DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA MEJORA

Para el cálculo de la viabilidad de la mejora mediante CE3X, han de introducirse los siguientes valores:

- ❖ Vida útil. Se estima en 20 años.
- ❖ Coste de la medida. Será el presupuesto de ejecución por contrata.
- ❖ Incremento del coste de mantenimiento. Se obtiene de los siguientes cálculos:
  - +Solar fotovoltaica = 9,45 €/ módulo cada 10 años \* 200 módulos / 10 años = 189,00 €
  - +Calderas de biomasa = 7.844,65 € / caldera cada 10 años \* 3 calderas / 10 años = 2.353,40 €
  - Calderas de gasóleo = 2.315,57 € / caldera cada 10 años \* 3 calderas / 10 años = 694,67 €
  - TOTAL INCREMENTO COSTE DE MANTENIMIENTO = 1.847,73 €/año

Los resultados son los siguientes:

AMORTIZACIÓN SIMPLE = 19,8 años

VAN TEÓRICO = 202.442,00 €

AHORRO ANUAL MEDIO = 51.560,26 €

El VAN para la inversión calculado en CE3X, asciende a 202.442,00 €.

Por lo tanto, ES VIABLE ECONÓMICAMENTE.

## 1.6. USO Y MANTENIMIENTO DE LOS NUEVOS ELEMENTOS

### 1.6.1. CALDERAS DE BIOMASA

#### USO: PRECAUCIONES

- ❖ Se evitarán las agresiones contra las calderas.
- ❖ Se comprobará que coincide la presión de agua del manómetro con la determinada en la puesta en marcha.

#### USO: PRESCRIPCIONES

- ❖ El usuario deberá mantener las condiciones de seguridad especificadas en el proyecto del mismo y se pondrá en contacto con el Servicio de Mantenimiento ante la aparición de cualquier anomalía.
- ❖ Salvo los mandos del frontal, cualquier otra manipulación deberá realizarla un profesional cualificado.
- ❖ La propiedad deberá poseer un contrato de mantenimiento con una empresa autorizada que se ocupe del mantenimiento periódico de la instalación, de manera que el usuario únicamente deberá realizar una inspección visual periódica de la caldera y sus elementos.
- ❖ Siempre que se revisen las instalaciones, un instalador autorizado reparará los defectos encontrados y repondrá las piezas que sean necesarias.

#### USO: PROHIBICIONES

- ❖ No se rellenará el circuito de agua con la caldera caliente.
- ❖ No se manipularán partes interiores del quemador ni de las centralitas de programación.
- ❖ No se modificarán las ventilaciones de los recintos donde se ubiquen.
- ❖ No se pondrá en marcha la instalación sin haber comprobado el nivel de agua del circuito, procediendo a su llenado si es insuficiente.

#### MANTENIMIENTO: POR EL USUARIO

- ❖ Cada año:

Limpieza y comprobación del equipo de la caldera, al final de cada temporada de uso, asegurándose de que no existen fisuras, corrosiones o rezumes por las juntas y de que los accesorios de control y medición, así como los dispositivos de seguridad, están en buen funcionamiento.

#### MANTENIMIENTO: POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO

- ❖ Cada mes:

Limpieza del quemador de la caldera.

Comprobación de estanqueidad de cierre entre quemador y caldera.

- ❖ Cada 6 meses:

Comprobación y limpieza, si procede, de circuitos de humos de calderas.

Revisión y limpieza de filtros de agua.

Revisión del sistema de control automático.

- ❖ Cada año:

Comprobación y limpieza, si procede, de circuitos de humos de calderas.

Comprobación de estanqueidad de cierre entre quemador y caldera.

Revisión general de la caldera.

Revisión del sistema de control automático.

Comprobación de estanqueidad de cierre entre quemador y caldera.

### 1.6.2. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

#### USO: PRESCRIPCIONES

- ❖ Deberán mantenerse dentro de los límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.
- ❖ Deberán sustituirse los elementos desgastados por el uso, para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.
- ❖ Deberán observarse los parámetros funcionales principales (energía y tensión), para verificar el correcto funcionamiento de la instalación.

#### MANTENIMIENTO: POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO

- ❖ Cada 6 meses:

Comprobación de las protecciones eléctricas.

Comprobación del estado de los módulos, verificando la situación respecto al proyecto original y verificando el estado de las conexiones.

Comprobación del estado del inversor, su funcionamiento, las lámparas de señalizaciones y alarmas.

Comprobación del estado mecánico de cables, terminales, pletinas, transformadores, ventiladores, extractores, uniones, reaprietes y limpieza.

## 1.7. PROPUESTAS ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

### 1.7.1. PROPUESTA ALTERNATIVA 1

Una alternativa a la rehabilitación energética propuesta en primera instancia, sería no realizar la instalación solar fotovoltaica. Se ha podido ver que su coste es muy elevado, por lo que quizá sería conveniente optar por desechar dicha inversión ya que su impacto en la eficiencia energética tampoco es muy elevado.

Con ello, la propuesta se reduciría a:

- ❖ Sustitución de las calderas de gasóleo existentes por unas de biomasa.
- ❖ Instalación de láminas de control solar en ventanas de fachadas sur y lucernarios.

Los modelos utilizados y el método de análisis son iguales a los utilizados en la propuesta principal.

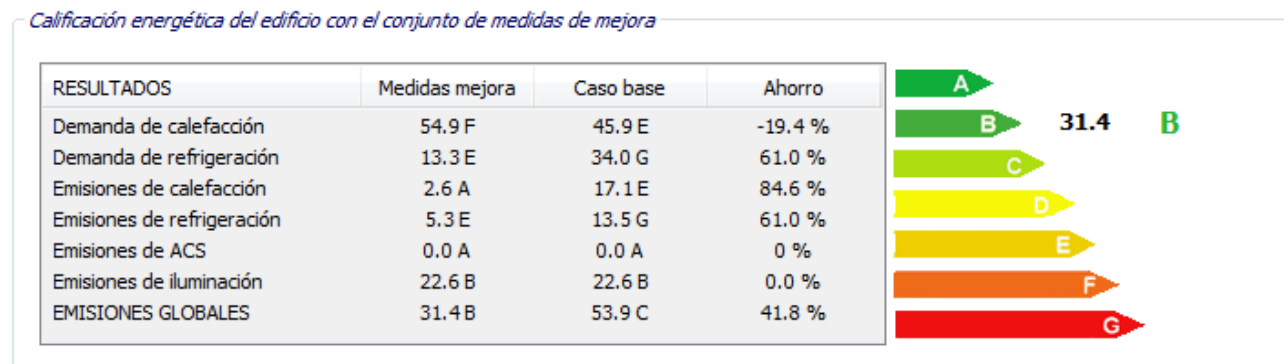


Ilustración 4. Mejora en la calificación energética de la propuesta alternativa 1

El resultado de emisiones globales es mayor que en la propuesta principal, empeorando casi 4 puntos con respecto a ésta, pero manteniéndose en la letra “B”.

Al nuevo incremento en el coste de mantenimiento habrá que restarle el coste de mantenimiento de la instalación solar fotovoltaica.

$$\text{Incremento del coste de mantenimiento} = 1.847,73 - 189,00 = 1.658,73 \text{ €}$$

El presupuesto de contrata se reducirá a más de la mitad restándole el coste de la instalación fotovoltaica y los medios de seguridad que le corresponden a ésta.

$$\text{Inversión inicial} = 312.433,88 \text{ €}$$

Introduciendo estos nuevos valores en el programa CE3X y comparándolos con la propuesta principal, se obtienen que la amortización se consigue 4 años y medio antes y que el VAN es unos 20.000 € mayor.

$$\text{Amortización simple} = 15,3 \text{ años}$$

$$\text{VAN (20 años)} = 223.264,20 \text{ €}$$

$$\text{Ahorro anual medio} = 32.994,46 \text{ €}$$

### 1.7.2. PROPUESTA ALTERNATIVA 2

Esta propuesta alternativa solamente incluye la sustitución de las calderas estándar por unas calderas de biomasa. Con ello, solamente se reducirían las emisiones de calefacción, quedando las demandas de climatización estables con respecto al estado actual del edificio.

Pretende analizar si la instalación de las láminas de protección solar es realmente rentable económicamente o no, al margen de la mejora de confort térmico en verano que ello supone.

Por lo tanto, la descripción de la propuesta se reduce a:

- ❖ Sustitución de las calderas de gasóleo por calderas de biomasa.

Los modelos utilizados y el método de análisis son iguales a los utilizados en la propuesta principal.

La certificación energética es 11 puntos peor que en la propuesta principal y casi 8 puntos peor que la propuesta alternativa 1, quedándose en la letra “C”.

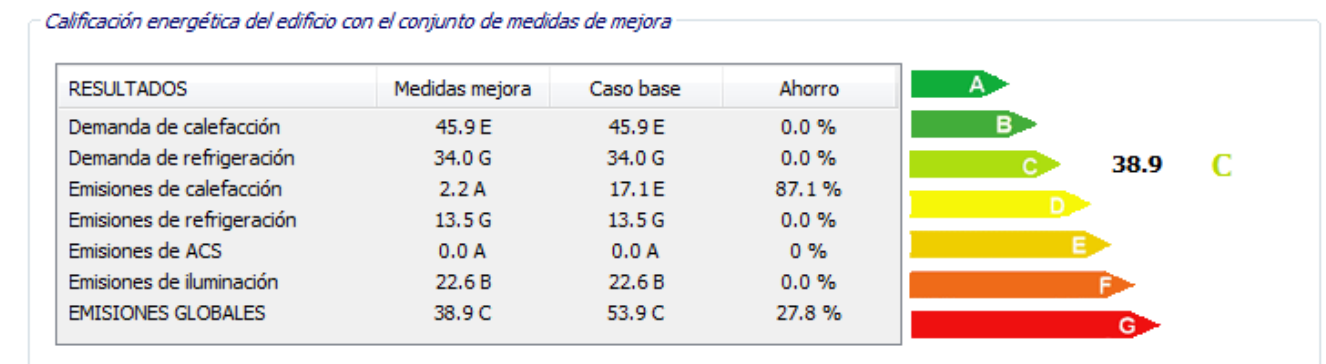


Ilustración 5. Mejora en la calificación energética de la propuesta alternativa 2

Al nuevo incremento en el coste de mantenimiento habrá que restarle el coste de mantenimiento de la instalación solar fotovoltaica, ya que el coste de mantenimiento de las láminas se estima igual al de las ventanas actuales.

$$\text{Incremento del coste de mantenimiento} = 1.847,73 - 189,00 = 1.658,73 \text{ €}$$

La inversión inicial, por su parte, solamente incluirá la instalación de las calderas de biomasa y el desmontaje de los equipos existentes, así como sus respectivos gastos en seguridad y salud.

$$\text{Inversión inicial} = 278.726,57 \text{ €}$$

Introduciendo estos nuevos valores en el programa CE3X y comparándolos con la propuesta principal y la propuesta alternativa 1, se observa que se obtienen los mejores resultados económicos de las tres opciones.

$$\text{Amortización simple} = 11,3 \text{ años}$$

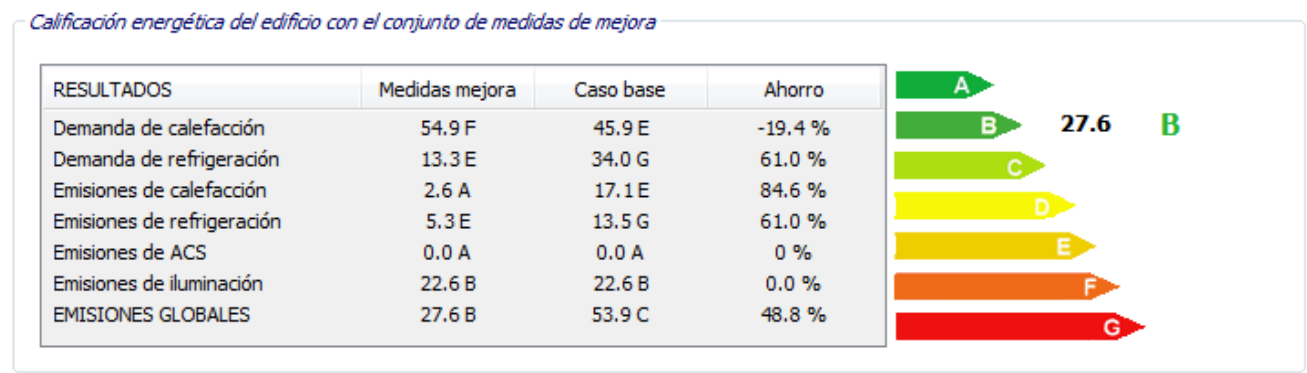
$$\text{VAN (20 años)} = 363.812,60 \text{ €}$$

$$\text{Ahorro anual medio} = 39.574,97 \text{ €}$$

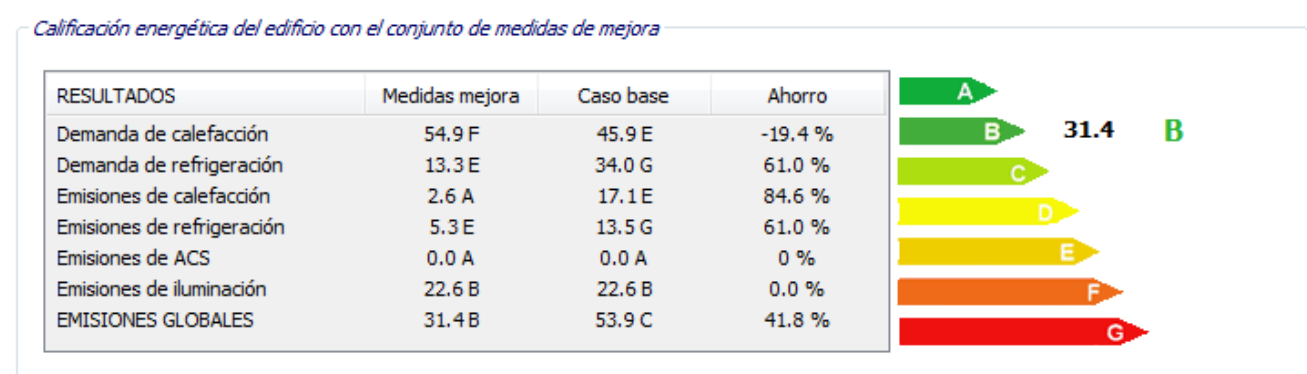


1.7.3. COMPARATIVA ENTRE LAS TRES PROPUESTAS

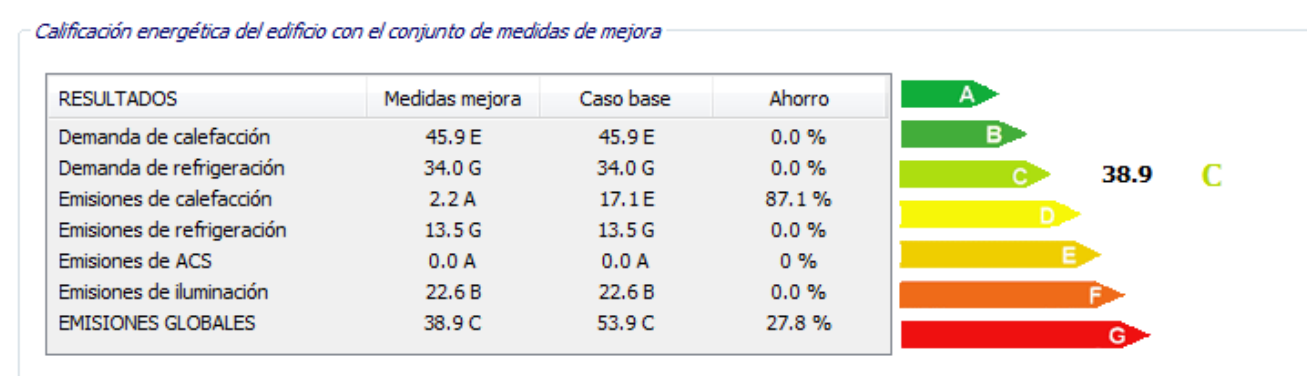
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA PROPUESTA PRINCIPAL



CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA 1

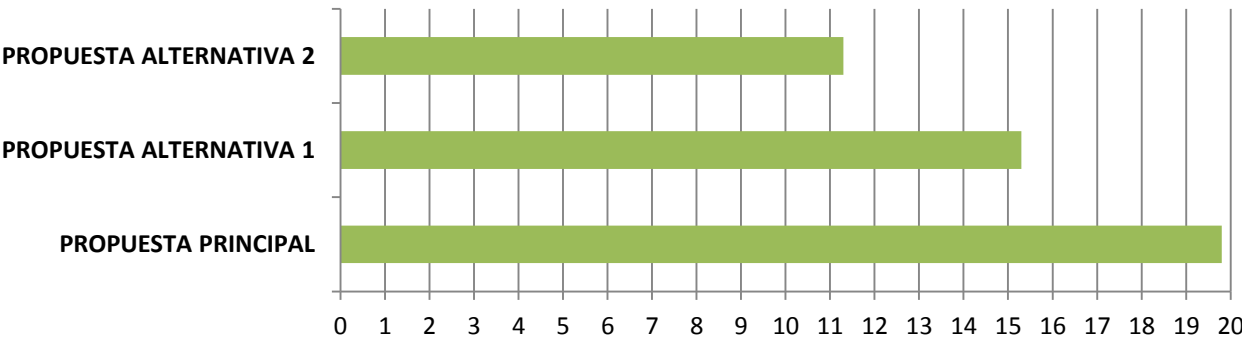


CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA 2

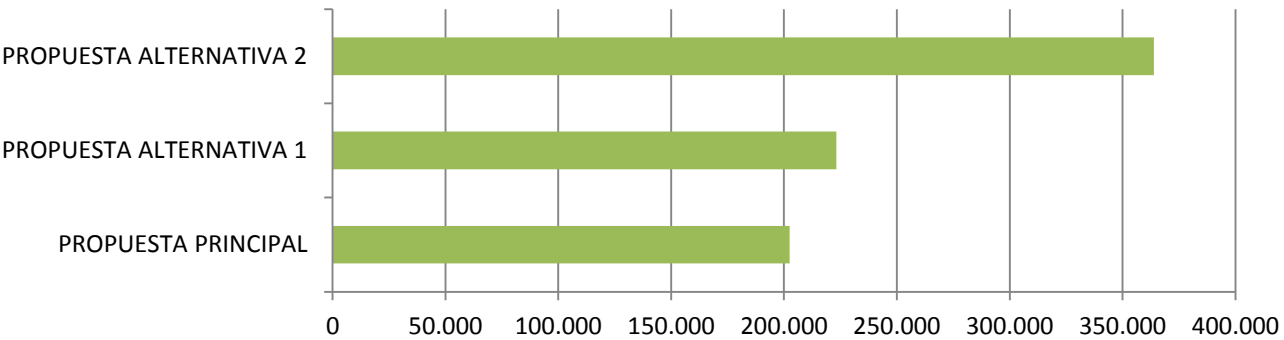


	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	INVERSIÓN INICIAL [€]	INCREMENTO DE COSTE DE MANT. [€]	VALOR ACTUAL NETO [€]	AHORRO ANUAL MEDIO [€]
PROPUESTA PRINCIPAL	19,80	634.690,33	1.847,73	202.442,00	51.560,26
PROPUESTA ALTERNATIVA 1	15,30	312.433,88	1.658,73	223.264,20	32.994,46
PROPUESTA ALTERNATIVA 2	11,30	278.726,57	1.658,73	363.812,60	39.574,97

AÑOS DE AMORTIZACIÓN DE LAS PROPUESTAS



VALOR ACTUAL NETO DE LAS PROPUESTAS



2. EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE

2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS MEDIDAS

2.1.1. INTERVENCIÓN EN LAS FACHADAS

La primera propuesta de mejora de la eficiencia energética mediante rehabilitación energética es la adición de aislamiento por el exterior en los muros de fachada del aula de estudios. Este cambio afecta a los muros de hormigón en contacto con el aire exterior y a los cerramientos de panel prefabricado de hormigón, que son las dos tipologías constructivas de muro de fachada presentes en esta zona del edificio.

El sistema de aislamiento térmico por el exterior seleccionado es el “ETICS Traditerm” del “Grupo Puma”. El sistema de compone, de interior a exterior, de una capa base de mortero hidráulico Traditerm, 4 cm de panel rígido de poliestireno expandido elastificado de conductividad térmica 0,031 W/mK, otras dos capas de mortero hidráulico Traditerm para la fijación y el revestimiento de los paneles, fondo Morcemcrl y una capa de mortero acrílico Morcemcrl blanco para acabados exteriores.

Este sistema, además de mejorar las pérdidas caloríficas a través de la fachada, reduce los puentes térmicos, disminuye el riesgo de condensaciones, aumenta la inercia térmica interior del edificio, apenas incrementa el grosor del muro de fachada, y tienen buen comportamiento contra el fuego.

Con su instalación se pretende aumentar la resistencia térmica de los muros de fachada del aula de estudios, ya que en el estado actual las pérdidas térmicas son enormes debido a la alta conductividad térmica del hormigón visto. Esto supondrá una mejora en la demanda de calefacción y, aunque las hipótesis de CE3X digan lo contrario, una mejora de la demanda de refrigeración siempre y cuando la temperatura interior se mantenga por debajo de la exterior.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDIDA DE MEJORA	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Adición de aislamiento por el exterior con el "Sistema ETICS Traditerm Grupo Puma"
ELEMENTO AFECTADO	Los muros de fachada del aula de estudios
SUPERFICIE ÚTIL ACONDICIONADA AFECTADA	638,36 m2
EFFECTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	Mejora de la demanda de calefacción
NUEVA U DE LOS MUROS DE FACHADA	Entre 0,66 y 0,63 W/m2K

2.1.2. INTERVENCIÓN EN LOS HUECOS

La siguiente propuesta de mejora de la eficiencia energética afecta a las ventanas de las fachadas orientadas al sureste y suroeste del edificio y a los lucernarios. No están incluidas en esta medida ni las puertas, ni los huecos con orientación noroeste y noreste.

La medida consiste en la incorporación de láminas de protección solar a las ventanas de dichos huecos. Estas láminas mejoran la resistencia térmica y el factor solar de las ventanas en las que son instaladas. La lámina seleccionada será la lámina para protección solar color plata modelo “Scotchint P-18ARL” de la marca “3M”.

Este tipo de lámina es adhesiva y se aplica por el interior de las ventanas. Tiene una alta eficiencia en control solar, lo que mejora la demanda de refrigeración del edificio. Además, tiene otras características añadidas: reduce el brillo de las ventanas, aumenta la seguridad al retener los trozos de vidrio de posibles roturas, y bloquea el ingreso de rayos ultravioletas que pueden dañar el mobiliario.

Con ello, se pretende mejorar la demanda de refrigeración del edificio. El inconveniente de esta medida es que también reduce la radiación solar en invierno, por lo que la demanda de calefacción aumentará, a pesar de la pequeña mejora en la resistencia térmica de los vidrios. Dado que no sólo el período necesidades de calefacción es más largo, sino que la superficie útil calefactada es más del doble de la refrigerada, esta medida supondrá un gran ahorro en refrigeración pero perjudicará a la calefacción bastante. De todos modos, esta medida supondrá una gran mejora de la eficiencia energética a precio reducido.

Las fachadas orientadas hacia el norte apenas reciben radiación solar, por lo que la instalación de estas láminas en sus ventanas apenas supone una mejoría en la demanda de refrigeración. Por ello no se instalarán en estas zonas.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDIDA DE MEJORA	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Lámina para el control solar plata “3M Scotchint P-18ARL”
ELEMENTO AFECTADO	Vidrios de huecos en fachadas sur y cubierta
SUPERFICIE AFECTADA	716,994 m2
EFFECTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	Reducción del factor solar y transmitancia de los vidrios
MEJORA DE LA RESISTENCIA TÉRMICA	Del 10% al 6%
MEJORA DEL FACTOR SOLAR	Del 72% al 49%

NUEVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS VIDRIOS			
ZONA	TIPO	Nueva U [W/mk]	Nuevo G
CUBIERTA	Laminar 5+5	5,94	0,21
	Laminar 5+5	4,95	0,21
FACHADA	Laminar 10+10	4,68	0,20
	Doble	2,63	0,31

2.1.3. INTERVENCIÓN EN LOS EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN

La tercera propuesta que se propone llevar a cabo es la sustitución de la caldera estándar de gasóleo C que abastece el suelo radiante del aula de estudios. El equipo existente tiene un rendimiento mejorable, un combustible caro y unas emisiones de dióxido de carbono altas. Por ello, se ha optado por su sustitución por una caldera de condensación de gas. El equipo incorporado será el modelo "Logano GE315 B" de 220 kW de potencia nominal. La rehabilitación de la caldera afecta al aula de estudio, lo que supone el 49,06 % de la superficie útil del edificio.

La instalación requerirá el desmontaje del equipo existente y la instalación del nuevo, aprovechando la antigua instalación de salida de la caldera para minimizar el coste de la sustitución. Además, será necesario conectar el equipo a la red de gas natural de A Coruña.

El gas natural es una energía mucho más limpia que el gasóleo, por lo que habrá un gran ahorro en emisiones globales y, por consiguiente, una gran mejora de la eficiencia energética. Además, el coste del kWh consumido en calefacción con gas se estima que es más de un 20% menor que el de gasóleo con los precios de la energía del año 2014. Además, las calderas de condensación consiguen rendimientos mucho mayores que las calderas estándar o que incluso las calderas de baja temperatura.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDIDA DE MEJORA	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Caldera de condensación a gas "Logano GE315 B"
ELEMENTO AFECTADO	Caldera de gasóleo C, aula de estudio
SUPERFICIE ÚTIL ACONDICIONADA AFECTADA	1916,14 m2
EFFECTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	Mejora de las emisiones de calefacción
RENDIMIENTO NOMINAL DE LA CALDERA	106%
POTENCIAS DE LA CALDERA	220 kW

2.1.4. INCORPORACIÓN DE INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

La cuarta mejora de la eficiencia energética consiste en la instalación de paneles solares térmicos en la cubierta situada más alta del edificio. Estos paneles servirán como apoyo a la calefacción por suelo radiante del aula de estudios. Las instalaciones solares térmicas en edificios funcionan muy bien como apoyo para sistemas de calefacción a baja temperatura como es el caso del suelo radiante.

Los paneles se instalarán sobre estructura metálica con una inclinación de 43ª y paralelos a la fachada sureste. Se instalarán en paralelo divididos en 12 filas con la separación suficiente para no darse sombra los unos a los otros.

Con esta instalación se consigue reducir el consumo anual por parte de la nueva caldera de condensación a gas hasta casi un 50%. Con ello se reducen las emisiones de calefacción ya que la energía solar es limpia y las emisiones son nulas. Esto conlleva una mejora muy considerable de la eficiencia energética del edificio.

La instalación está formada por 72 paneles "Logasol SKS 4.0 S" con sus respectivas estructuras de fijación, 1 interacumulador con intercambiador "PSR 3000 AUSTRIA EMAIL", 1 bomba circuladora "Etherma 8-120-2", y 1 vaso de expansión "500 SMR EBARA", además de las tuberías y válvulas que compondrán el circuito hidráulico.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDIDA DE MEJORA	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Instalación solar térmica con paneles "Logasol SKS 4.0 S"
CUBIERTA SOBRE LA QUE SE INSTALA	Cubierta más alta
SUPERFICIE DE CUBIERTA AFECTADA	334,80 m2
ELEMENTO AFECTADO	Calefacción del aula de estudios
SUPERFICIE ÚTIL ACONDICIONADA AFECTADA	1.916,14 m2
EFFECTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	Mejora de las emisiones de calefacción
Nº DE PANELES	72
FACTOR DE EFICIENCIA DE LOS PANELES	0,851
CAPACIDAD DEL INTERACUMULADOR	3.000 l



2.1.5. INTERVENCIÓN EN LAS PARTICIONES HORIZONTALES EN CONTACTO CON ENH

Esta medida complementaria ha sido propuesta, ya que, como se podía comprobar en el bloque anterior, resultaba muy complicada conseguir la letra “B” en el edificio. Una vez hecho el cálculo minucioso de la certificación energética del edificio rehabilitado energéticamente, se confirmó que por muy poco el edificio no alcanzaba a mejorar la letra de calificación energética.

Ante esta situación, se implementaron diversas mejoras hasta dar con una solución viable que consiguiera mejorar esa letra. La solución pasaba por añadir un aislamiento en el suelo en contacto con el sótano (espacio no habitable) del aula de estudios.

A la hora de realizar la certificación, la falta de datos obligaba a definir esta partición horizontal por defecto, lo que penaliza el resultado final de la misma. Sin embargo, la presencia de suelo radiante en dicha partición, hace presuponer que estará aislada térmicamente para el buen funcionamiento de la instalación de calefacción.

Por ello, esta medida de mejora parte de la hipótesis de que si se comprueba que en dicha partición existe aislamiento, la calificación energética junto con el resto de medidas alcanza la letra “B”. En caso contrario, una simple adición de aislamiento térmico en dicho suelo daría como resultado la mejora de calificación energética necesaria para mejorar en una letra la calificación energética. Mejorarían también los resultados de demanda de calefacción del edificio y sus emisiones relacionadas.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDIDA DE MEJORA	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	Comprobación de la existencia de aislamiento térmico bajo suelo radiante
ELEMENTO AFECTADO	Suelo de aula de estudio sobre sótano
SUPERFICIE DE CUBIERTA AFECTADA	1.353,54 m2
ELEMENTO AFECTADO	Suelo de aula de estudios sobre sótano
EFEECTO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	Mejora de las demanda de calefacción
NUEVA U DE LA PARTICIÓN	1,05 W/m2K

2.2. MEMORIA DE CÁLCULO

2.2.1. INTRODUCCIÓN DE LAS REFORMAS EN EL PROGRAMA CE3X

Para el cálculo exhaustivo de la nueva certificación energética que obtendrá el edificio con la rehabilitación energética propuesta, se han implementado los siguientes cambios en el archivo de la antigua certificación:

- ❖ Creación en la biblioteca de vidrios del programa de los cuatro tipos de vidrio presentes en el edificio (laminares de cubierta, laminares de fachada 5+5, laminares de fachada 10+10, dobles de fachada) con las nuevas características una vez incorporadas las láminas de protección solar.
- ❖ Creación en la biblioteca de materiales de los morteros y aislamiento que componen el sistema ETICS Traditerm.
- ❖ Creación en la biblioteca de los nuevos cerramientos “MF-01” y “MF-02” añadiendo los materiales del sistema ETICS Traditerm.
- ❖ Sustitución de los muros de fachada “MF-01” y “MF-02” por los nuevos creados en la biblioteca.
- ❖ Sustitución en la zona del aula de estudios de los valores de puentes térmicos de contorno de huecos y de fachada con cubierta, por los nuevos valores al añadir el aislamiento exterior.
- ❖ Sustitución de los vidrios de fachadas suroeste, fachadas sureste y cubierta por los nuevos vidrios creados en la biblioteca.
- ❖ Modificación de los datos de la caldera CAL-01 para adaptarlos a los datos de la nueva caldera de condensación a gas.
- ❖ Creación de contribuciones energéticas de apoyo a la calefacción.
- ❖ Creación de bomba de circulación para instalación solar térmica.
- ❖ Cálculo del valor de la transmitancia de la partición horizontal “PI-01 A” según el Documento Básico de Ahorro de Energía:

$$U = U_p \cdot b$$

$$U_p = 1 / R_t$$

$$R_t = R_{se} + R + R_{si}$$

El valor de  $U_p$  se calcula con los valores  $R_{se}$  y  $R_{si}$  de la tabla E.6. (ver anexos de tablas de normativa) y el valor  $R$  estimando un aislamiento tipo EPS de 2 cm con el peor valor de resistencia térmica de la biblioteca de CE3X.

$$R_t = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W} + 0,435 \text{ m}^2\text{K/W} + 0,17 \text{ m}^2\text{K/W} = 0,775 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_p = 1 / 0,775 \text{ m}^2\text{K/W} = 1,29 \text{ W/m}^2\text{K}$$

El valor “b” se obtiene de las tabla de normativa E.7. y E.8. (ver anexos de tablas de normativa) y con los valores de  $A_{iu}$ ,  $A_{ue}$  y el nivel de ventilación del espacio no habitable.

Ligeramente ventilado → CASO 1

$$A_{iu} = 1353,54 \text{ m}^2$$

$$A_{ue} = 26,02 \text{ m}^2$$

$Aiu / Aue = 52,02 > 3,00$

No aislado ue – Aislado iu →  $b = 0,81$

$U = Up * b = 1,29 \text{ W/m}^2\text{K} * 0,81 = 1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$

❖ Cálculo de la nueva certificación energética para obtener los nuevos horarios de funcionamiento.

CÁLCULO DE HORAS DE FUNCIONAMIENTO PARA EL EDIFICIO EN GENERAL					
	HORAS DEMANDA CE3X	HORAS DEMANDA REAL	HORAS SIN DEMANDA CE3X	HORAS SIN DEMANDA REAL	DURACIÓN TEMPORADA
CALEFACCION	2923,20	2140,20	1239,20	907,27	3047,47
REFRIGERACION	301,70	220,89	127,90	93,64	314,53
	HORAS DEMANDA REAL TOTALES	2361,09	HORAS TOTALES	1000,91	3362,00
	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	3362,00			
	HORAS DEMANDA CE3X TOTALES	4592,00			
	%	0,73			

CÁLCULO DE HORAS DE FUNCIONAMIENTO PARA EL AULA DE ESTUDIOS					
	HORAS DEMANDA CE3X	HORAS DEMANDA REAL	HORAS SIN DEMANDA CE3X	HORAS SIN DEMANDA REAL	DURACIÓN TEMPORADA
CALEFACCION	2923,20	2539,98	1239,20	1076,74	3616,72
REFRIGERACION	301,70	262,15	127,90	111,13	373,28
	HORAS DEMANDA REAL TOTALES	2802,12	HORAS SIN DEMANDA TOTAL	1187,88	3990,00
	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	3990,00			
	HORAS DEMANDA CE3X TOTALES	4592,00			
	%	0,87			

❖ Introducción del nuevo período de calefacción en las horas de los unitermos y las bombas.

❖ Cálculo de la definitiva nueva certificación.

2.2.2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

2.2.2.1. Cálculo de la inclinación de los paneles y pérdidas por sombras

Los paneles irán situados sobre plataformas metálicas en cubierta plana. La inclinación óptima es igual a la latitud del lugar para un funcionamiento durante todo el año, por lo que será de 43°.

Latitud de A Coruña: 43,36°

Longitud= -8,41°

Azimut: -37°

Angulo de inclinación de los paneles: 43°

Las pérdidas por orientación dependen de la orientación del edificio (o azimut) y del ángulo de inclinación de los paneles. A partir del método gráfico del Código Técnico se obtiene que las pérdidas por orientación, para una inclinación de 43° con azimut de -37°, serán de un 8%.

No habrá pérdidas por sombras en la cubierta seleccionada.

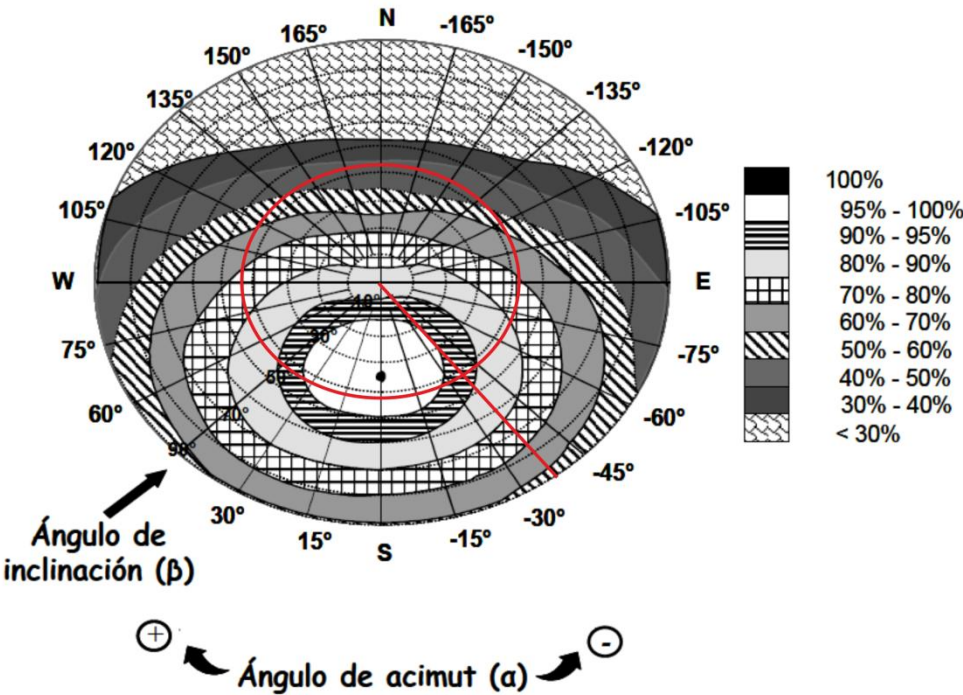


Ilustración 6. Cálculo de las pérdidas por orientación para el edificio por el método gráfico del CTE

2.2.2.2. Dimensionado del número de paneles máximo a instalar y su colocación

La cubierta seleccionada para la instalación de los paneles solares fotovoltaicos es la más elevada del edificio. La elección de esta cubierta es que al ser la más alta, carece de sombras. Además, tampoco tiene lucernarios que puedan limitar la instalación de los módulos solar térmicos.

Las dimensiones de la cubierta y de los paneles serán las que limiten el número de paneles a instalar y, por tanto, la potencia eléctrica instalada.

Dimensiones de la cubierta:  
 $36,00 \text{ m} * 9,30 \text{ m} = 334,80 \text{ m}^2$

Los paneles elegidos serán del modelo “Logasol SKS 4.0 S” con las siguientes características:

Dimensión de un panel:  
2,070 m \* 1,145 m = 2,37 m<sup>2</sup>

Los módulos se situarán paralelos a la línea de la fachada sureste (azimut de 37°), ya que de situarlos paralelos a la fachada suroeste las pérdidas por orientación serían muy elevadas.

Los paneles se instalarán en paralelo aprovechando al máximo posible el ancho de la cubierta, y en serie, para lo que habrá que calcular la distancia mínima entre ellos para que no se produzcan sombras de unos a otros (cálculos según la Guía Solar Térmica de la Generalitat Valenciana).

Se dejan espacios de circulación mínimos de 1 metro junto a los bordes de cubierta para posibles inspecciones o mantenimiento.

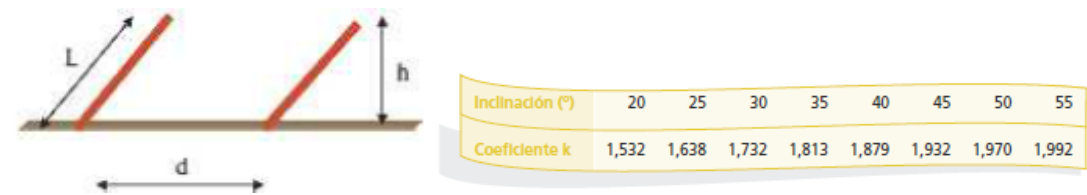


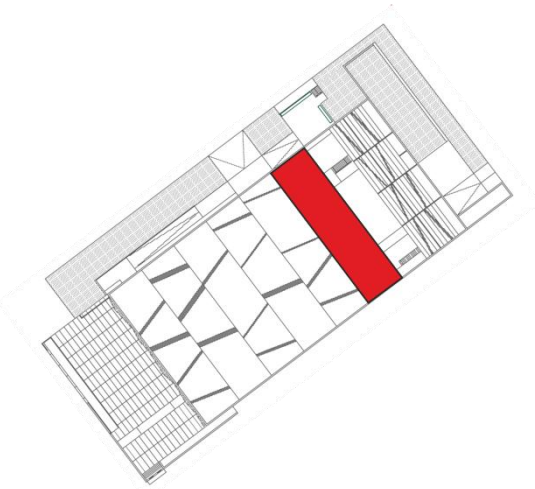
Ilustración 7. Cálculo de la distancia mínima entre módulos

$L = 2,070 \text{ m}$   
 $h = \text{sen } \alpha * L = \text{sen } 43^\circ * 2,070 \text{ m} = 1,412 \text{ m}$   
 $k = 1,911 \text{ m}$  (por interpolación)  
 $d = k * h = 1,911 * 1,412 \text{ m} = 2,70 \text{ m}$   
Proyección horizontal del módulo (b) =  $\text{cos } \alpha * L = \text{cos } 43^\circ * 2,070 \text{ m} = 1,514 \text{ m}$   
Máximo de filas de paneles en serie =  
 $= (36,00 \text{ m} - 2,00 \text{ m} - 1,514 \text{ m}) / 2,70 \text{ m} = 12,032 \text{ filas} \rightarrow 12 \text{ filas}$   
Ancho del panel (c) = 1,145 m  
Máximo de paneles en paralelo =  
 $= (9,30 \text{ m} - 2,00 \text{ m}) / 1,145 \text{ m} = 6,38 \text{ paneles} \rightarrow 6 \text{ paneles en paralelo}$   
Número de paneles totales =  $6 * 12 = 72 \text{ paneles}$   
Área de paneles instalada =  $72 \text{ paneles} * 2,37 \text{ m}^2 / \text{panel} = 170,64 \text{ m}^2$

2.2.2.3. Dimensionado del interacumulador

El volumen de acumulación será similar al volumen de agua del circuito de suelo radiante. Como no se disponen de datos del suelo radiante, se estima que por cada metro cuadrado instalado habrá unos 2 litros de agua, resultando que:

Volumen del interacumulador =  $1353,54 \text{ m}^2 * 2 \text{ l/m}^2 = 2.707,08 \text{ l}$



Se seleccionará el modelo PSR 3000 "AUSTRIA EMAIL", de 3000 l de capacidad, que además incluye un interacumulador incorporado.

2.2.2.4. Dimensionado del intercambiador

Siguiendo los valores orientativos según el CTE:

Potencia del intercambiador >  $500 * \text{Área de captadores}$   
 $P > 500 * 170,64 \text{ m}^2 = 85.320 \text{ W}$

2.2.2.5. Dimensionado de la bomba de circulación

Según el CTE, la potencia de la bomba de circulación ha de ser el 1% de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores.

Para calcular la potencia del sistema de captación [Pct], se utiliza la siguiente fórmula:

$Pct = \mu * A * Gref$

Rendimiento del sistema de captación [ $\mu$ ] = 1 (para la potencia térmica máxima)  
Irradiancia solar de referencia [Gref] =  $1.000 \text{ W/m}^2$   
Área de captadores [A] =  $170,64 \text{ m}^2$   
 $Pct = 1 * 170,64 \text{ m}^2 * 1.000 \text{ W/m}^2 = 170.640 \text{ W}$   
Potencia de la bomba de circulación [Pb] =  $170.640 \text{ W} * 1 / 100 = 1.706,40 \text{ W}$

La bomba seleccionada será el modelo “Etherma 8-120-2” de 4 velocidades y potencia máxima 2.527 W.

2.2.2.6. Dimensionado del vaso de expansión

Para ello se utiliza una hoja de cálculo disponible en el siguiente enlace:  
<http://www.suelosolar.com/newsolares/newsol.asp?id=6478>

1. Contenido total de agua del circuito

1.1 Tuberías

Diámetro interior mm	Volumen unitario litros/m	Longitud m	Volumen litros
Contenido de agua en tuberías (litros)			2.707

1.2 Depósitos y Equipos

Equipos / Depósitos	Volumen litros
	3.000
Contenido de agua en depósitos y equipos (litros)	3.000

1.3 Contenido total

Tuberías	2.707
Depósitos y equipos	3.000
Volumen de seguridad (20%)	1.141
Contenido total de agua en el circuito (litros)	6.848



**2. Volumen útil del vaso de expansión**

Fluido	Agua + Glicol
Concentración del glicol (%)	25
Temperatura máxima (°C)	70
Coeficiente de expansión Ce	0,0319
Volumen útil Vu (litros)	218,1968358

**3. Volumen total del vaso de expansión**

Presión de tarado de la válvula de seguridad (relativa) (bar)	4,00
Presión mínima en el vaso de expansión (relativa) (bar)	1,50
Presión máxima PM (absoluta) (bar)	4,60
Presión mínima Pm (absoluta) (bar)	2,50
Coeficiente de presiones Cp	2,19047619
<b>Volumen total del vaso de expansión</b>	<b>477,9549737</b>

El modelo seleccionado será el vaso de expansión “500 SMR EBARA” con una capacidad de 500 l.

**2.2.2.7. Cálculo de la contribución solar a calefacción**

Para ello se ha usado una hoja de cálculo, modificando las características de la ciudad, los paneles utilizados y la superficie instalada, disponible en el siguiente enlace:  
<http://www.suelosolar.es/newsolares/newsol.asp?id=6474>

**CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE MEDIANTE ENERGÍA SOLAR****DATOS GEOGRÁFICOS Y CLIMATOLÓGICOS**

Provincia:	La Coruña
Latitud de cálculo:	43,37
Latitud [°/min.]:	43,22
Altitud [m]:	54,00
Humedad relativa media [%]:	63,00
Velocidad media del viento [Km/h]:	18,00
Temperatura máxima en verano [°C]:	23,00
Temperatura mínima en invierno [°C]:	2,00
Variación diurna:	9,00
Grados-día. Temperatura base 15/15 (UNE 24046):	688 (Periodo Noviembre/Marzo)
Grados-día. Temperatura base 15/15 (UNE 24046):	828 (Todo el año)

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Tª. media ambiente [°C]:	9,90	9,80	11,50	12,40	14,00	16,50	18,20	18,90	17,8	15,3	12,40	10,20	7,1
Tª. media agua red [°C]:	10,0	11,2	12,4	13,6	14,8	16,0	17,2	16,0	14,8	13,6	12,4	11,2	13,6
Rad. horiz. [kJ/m²/día]:	5.172	7.638	11.07	14.67	15.01	16.87	18.17	14.926	13.3	8.24	6.268	3.938	11.28
Rad. inclin. [kJ/m²/día]:	9.471	11.582	13.80	15.04	13.56	14.47	15.88	14.365	15.4	9.58	11.20	7.139	12.63

ORIGEN DE LOS DATOS:

ORGANISMO:

Libro "Radiación Solar Sobre Superficies Inclinadas".  
 Centro de Estudios de la Energía (Ministerio de Industria y Energía).

**DATOS RELATIVOS A LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS**

		Superficie a calefactar [m²]:	1916
		Temperatura interior del local [°C]:	20
		Temperatura de utilización [°C]:	45
		KG según CT-79 [Kcal/(h · m² · °C)]:	0,86

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
% de ocupación:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

ESTOS DATOS SON LOS QUE UTILIZA EL PROGRAMA PARA OBTENER LOS RESULTADOS, CUALQUIER VARIACIÓN EN SU MAGNITUD INVALIDARÍA LOS MISMOS, POR LO QUE DEBERÁ COMUNICARSE TODA DISCONFORMIDAD CON ELLOS ANTES DE LA FIRMA DEL CONTRATO.

**DATOS RELATIVOS AL SISTEMA**

Curva de rendimiento del colector: $r = 0,851 - 4,0468 \cdot (t_e - t_a)$ / lt	
t <sub>e</sub> :	Temperatura de entrada del fluido al colector
t <sub>a</sub> :	Temperatura media ambiente
I <sub>t</sub> :	Radiación en [W/m²]

Factor de eficiencia del colector:	0,851
Coeficiente global de pérdida [W/(m²·°C)]:	4,046
Volumen de acumulación [L/m²]:	8
Caudal en circuito primario [(L/h)/m²] - [(Kg/h)/m²]:	18
Caudal en circuito secundario [(L/h)/m²] - [(Kg/h)/m²]:	50
Calor específico en circuito primario [Kcal/(Kg·°C)]:	46
Calor específico en circuito secundario [Kcal/(Kg·°C)]:	0,9
Eficiencia del intercambiador:	1
	0,95

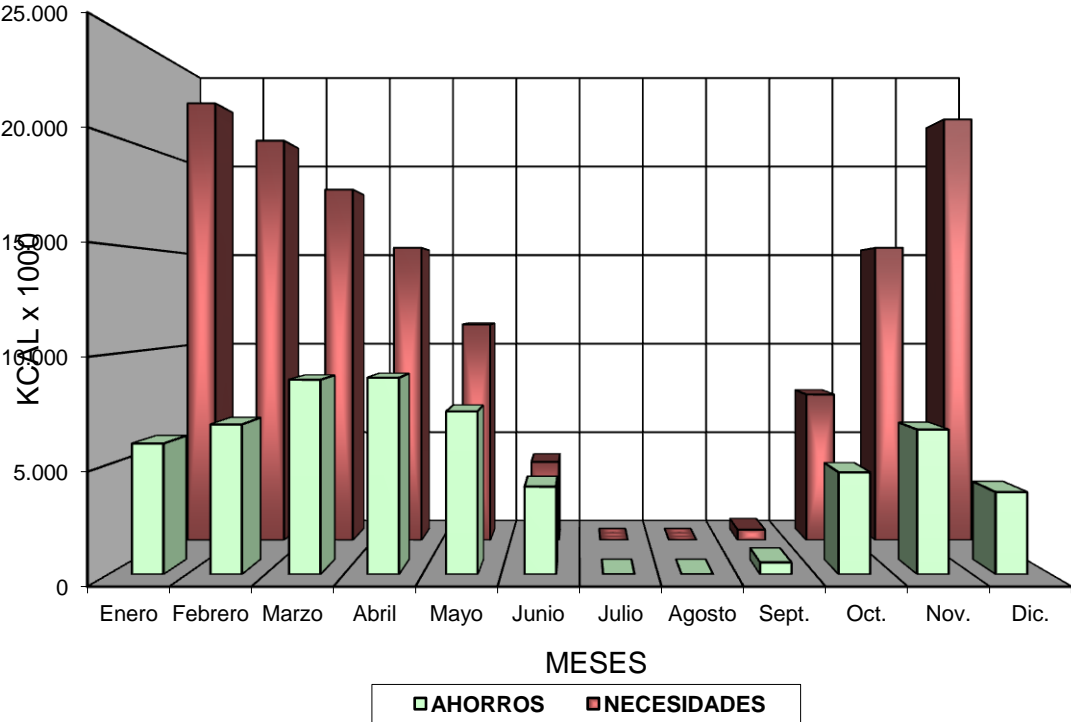
**CÁLCULO ENERGÉTICO**

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Grados-día [°C]:	251,1	229,6	201,5	168,0	124,0	45,0	0,0	0,0	6,0	83,7	168,0	241,8	1518
Ener. Nec. [Kcal·1000]:	22.68	20.741	18.20	15.17	11.20	4.065	0	0	542	7.56	15.17	21.84	137.1

DATOS DE SALIDA

	Número de colectores: 72												
	Area colectores [m <sup>2</sup> ]: 170,6												
	Inclinación [°]: 43												
	Volumen de acumulación [L]: 3.000												
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Ener. Nec. [Kcal·1000]:	22.68	20.741	18.20	15.17	11.20	4.065	0	0	542	7.56	15.17	21.84	137.1
Ahorros [Kcal·1000]:	7.784	8.568	10.75	10.78	9.212	4.065	0	0	542	6.14	8.349	5.654	71.86
Ahorros [%]:	34,3	41,3	59,1	71,1	82,2	100,0	100,0	100,0	100,0	81,3	55,0	25,9	52,4
Ocupación [%]:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100,0	100,0	

NECESIDADES Y AHORROS



Los resultados de porcentaje de la demanda cubierta son solamente para la superficie del aula de estudios y para la estimación de demanda de calefacción de la hoja de cálculo. Para introducir los datos de la instalación en CE3X se adaptarán estos resultados al edificio Xoana Capdevielle rehabilitado:

Demanda de calefacción por metro cuadrado y año según CE3X = 75,28 kWh/m<sup>2</sup>  
Demanda de calefacción del aula de estudios anual = 75,28 kWh/m<sup>2</sup> \* 1.916,18 m<sup>2</sup> = 144.250,03 kWh  
Demanda de calefacción del aula según la hoja de cálculo = 137.192 kWh  
Porcentaje de la demanda cubierto según la hoja de cálculo = 52,50 %  
Porcentaje de superficie útil habitable del aula de estudios = 49,06 %

Porcentaje real cubierto = 0,5250 \* 0,4906 \* 137.192 kWh / 144.250,03 kWh = 24,45 %

2.2.2.8. Dispación del exceso de calor en verano

Cuando la producción de calor de los paneles supere el 100% de la demanda, caso de los meses de junio, julio, agosto y septiembre, la energía extra de los paneles deberá disiparse.  
Para ello se programará en el mantenimiento del edificio tapar los paneles para que no reciban radiación solar.

2.2.2.9. Resumen

Por tanto la instalación solar térmica abastecerá el 24,45 % de las necesidades de calefacción del edificio.

- ❖ 72 paneles “Logasol SKS 4.0 S” con sus respectivas estructuras de fijación
- ❖ 1 interacumulador con intercambiador “PSR 3000 AUSTRIA EMAIL”
- ❖ 1 Bomba circuladora “Etherma 8-120-2”
- ❖ 1 Vaso de expansión “500 SMR EBARA”
- ❖ Circuito hidráulico y elementos relacionados

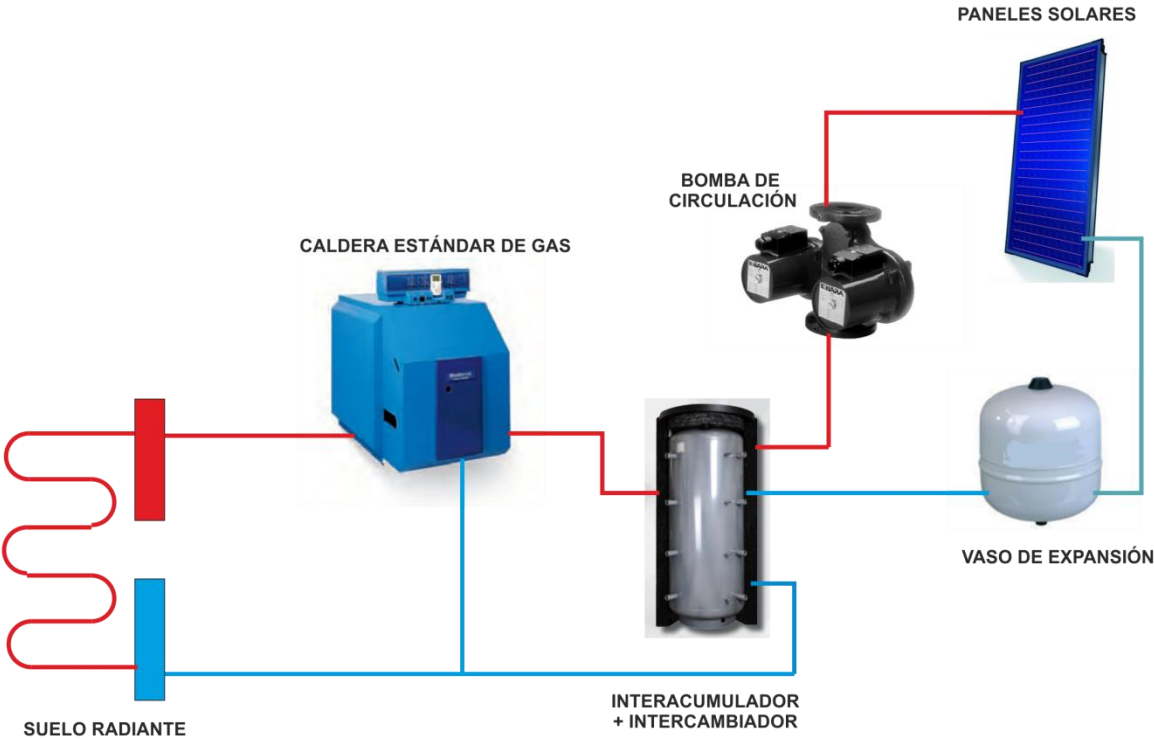


Ilustración 8. Esquema de la instalación solar térmica

### 2.2.3. MEMORIA DE LAS MEDICIONES, PRESUPUESTO Y VIABILIDAD

Para la elaboración del presupuesto se ha usado el programa “Arquímedes” dentro del software CYPE Ingenieros Versión 2015, tomando los siguientes criterios:

- ❖ Se han obtenido los precios descompuestos del generador de precios de CYPE introduciendo los datos generales de obra señalados en el Bloque IV, excepto para el caso de la instalación solar fotovoltaica.
- ❖ Se ha creado una partida alzada para definir los costes del entubado y las válvulas de la instalación solar, que se han estimado en un 5% con respecto al coste total de la instalación solar térmica.
- ❖ En el caso de la bomba de circulación del circuito solar térmico, se ha escogido el modelo más parecido dentro del generador de precios del mismo fabricante.
- ❖ En el caso de las láminas de protección solar, se ha seleccionado el precio descompuesto genérico más parecido al producto seleccionado. Para medir la superficie de láminas, se le ha descontado a cada ventana de su superficie el porcentaje de marco.
- ❖ El cálculo de la viabilidad se ha hecho en CE3X importando la certificación del edificio rehabilitado como una medida de mejora en la certificación del estado actual.
- ❖ Para el cálculo de la viabilidad se ha seleccionado el presupuesto de ejecución por contrata.
- ❖ Los costes de mantenimiento se han calculado según datos del generador de precios de CYPE.
- ❖ Para el cálculo del ahorro anual de las medidas, se utilizará el resultado obtenido en el cálculo del VAN de CE3X despejando dicho valor en la fórmula:

$$VAN = -I_o + \frac{Q1}{1+k} + \dots + \frac{Qn + VR}{(1+k)^n}$$

Siendo:

$I_0$  = Valor de la inversión inicial

Q = Flujos anuales

k = Tipo de interés

n = Año

Despejando resulta que, para un  $k = 0,021$  y  $n = 20$  años:

$$\frac{(VAN + I_o)}{16,236} = Q$$

Ahorro anual = Q

### 2.3. NUEVA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

### 2.3.1. ETIQUETA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO REHABILITADO

# CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO

ETIQUETA



---

## DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente construcción / rehabilitación  <b>Construcción - 2006</b> <b>NBE-CT 79</b>	Tipo de edificio  <b>Edificio Terciario</b>
	Dirección  <b>As Carballeiras, 1</b>
	Municipio  <b>A Coruña</b>
	C.P.  <b>15008</b>
Referencia/s catastral/es  <b>8282601NH4988S0001ZI</b>	C. Autónoma  <b>Galicia</b>

---

## ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

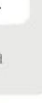
<b>A</b> más eficiente		
<b>B</b>		<b>62</b>
<b>C</b>	<b>253</b>	
<b>D</b>		
<b>E</b>		
<b>F</b>		
<b>G</b> menos eficiente		

Consumo de energía kW h / m² año	Emisiones kg CO <sub>2</sub> / m² año

---

## REGISTRO

Válido hasta dd/mm/aaaa

ESPAÑA


Directiva 2010 / 31 / UE



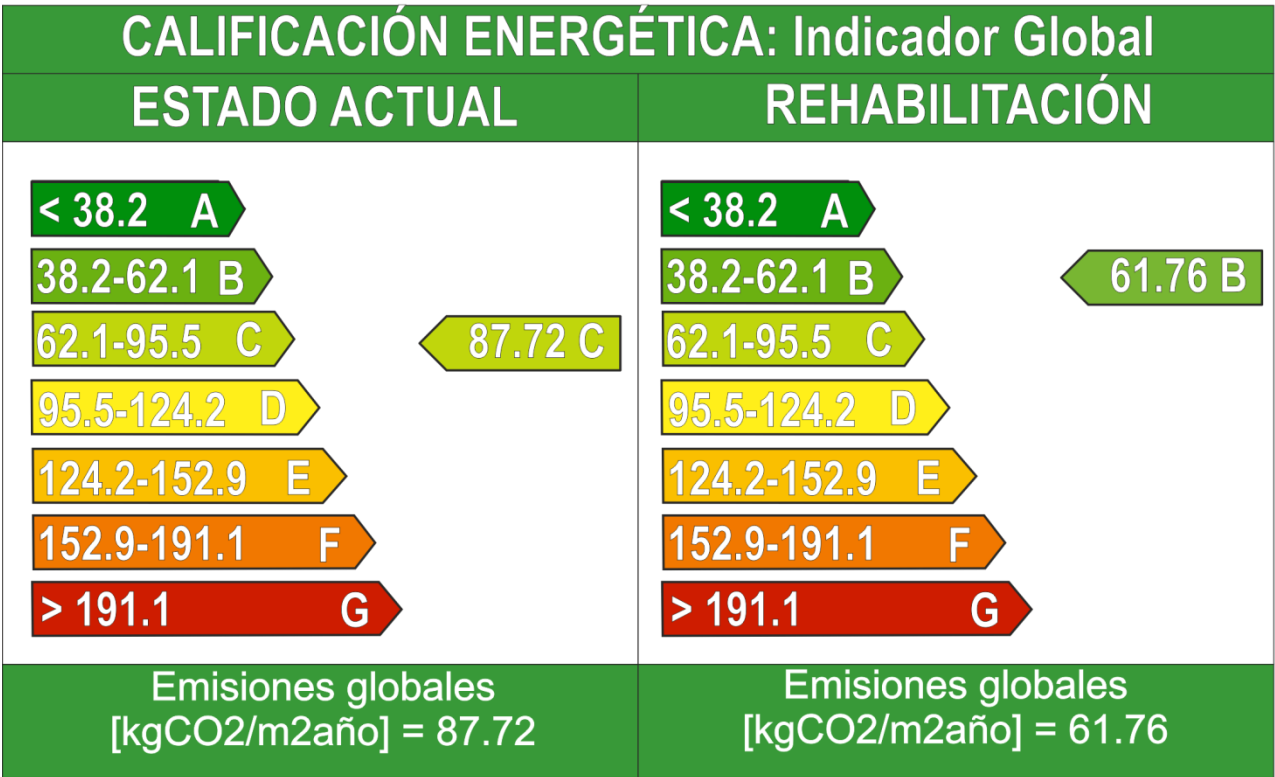
2.3.2. COMPARATIVA ENTRE LA NUEVA CERTIFICACIÓN Y LA ACTUAL

La certificación energética del edificio pasa de una letra “C” a una letra “B” gracias a las mejoras introducidas en el edificio.

Se producen mejoras en todos los indicadores parciales de eficiencia energética, siendo la menos significativa de ellas la demanda de consumo de calefacción, y estando las mayores relacionadas con la refrigeración.

Los resultados se resumen en los siguientes aspectos:

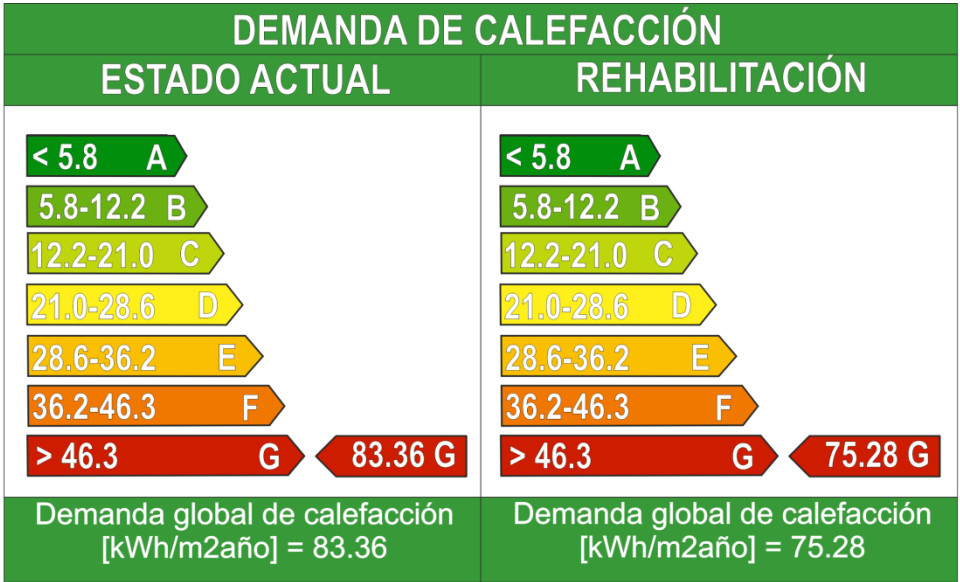
- ❖ Con la rehabilitación energética propuesta el edificio alcanza la calificación “B” reduciendo sus emisiones globales en un 30% hasta un ratio de 61,76 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año.



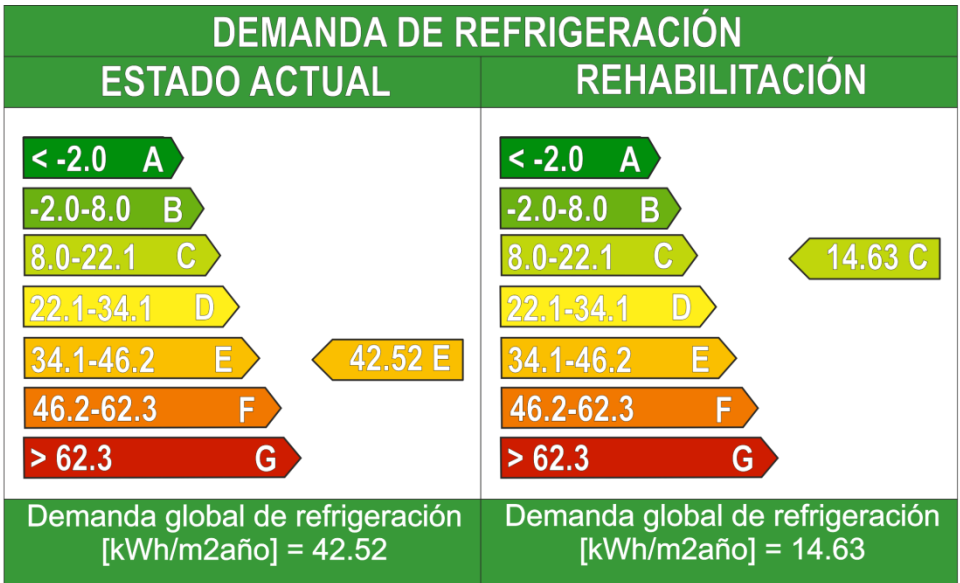
- ❖ Como es lógico, las emisiones y consumo de energía primaria en lo que respecta a iluminación y ACS permanecen constantes. Las emisiones de calefacción se reducen un 43% gracias a las medidas de rehabilitación. Por su parte, las emisiones de refrigeración se reducen un 65% gracias a la instalación de láminas de control solar.

	EMISIONES PARCIALES	
	ESTADO ACTUAL	REHABILITACIÓN
Emisiones calefacción [kgCO2/m2año]	35.96 E	20.57 C
Emisiones refrigeración [kgCO2/m2año]	15.46 E	5.37 C
Emisiones ACS [kgCO2/m2año]	0.00 A	0.00 A
Emisiones iluminación [kgCO2/m2año]	28.40 B	28.40 B

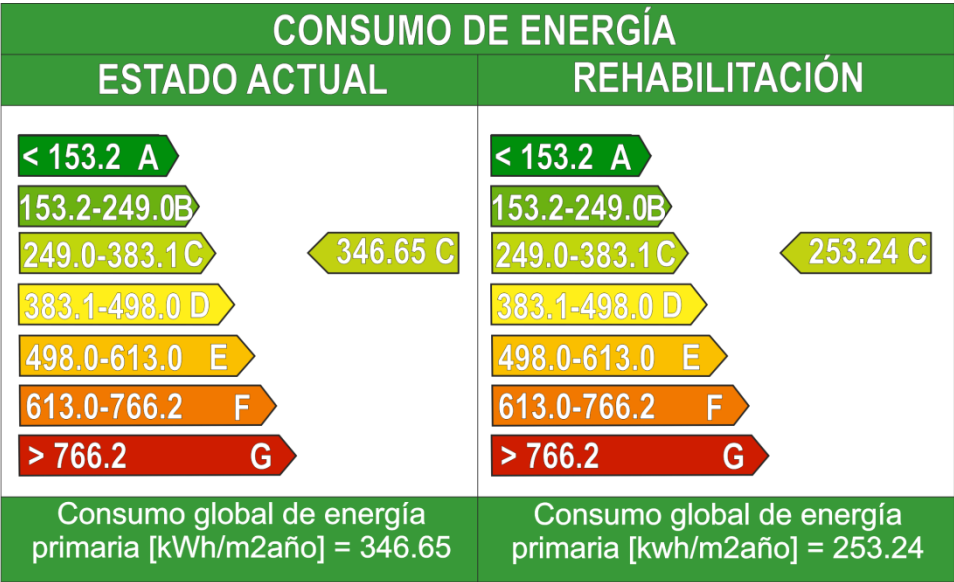
- ❖ La demanda de calefacción es un 10% menor gracias a la mejora en el aislamiento del aula de estudios. La mejora no es mayor debido a que las láminas de protección solar perjudican al edificio en esta faceta.



- ❖ La demanda de refrigeración se reduce un 66% gracias a las láminas de control solar.



❖ El consumo total de energía primaria se reduce un 27% gracias a las medidas de mejora de la eficiencia energética.



❖ El consumo de energía primaria de calefacción tras la rehabilitación se reduce un 37%, mientras que el consumo de energía primaria de refrigeración se reduce un 65% con la rehabilitación energética.

	CONSUMOS PARCIALES	
	ESTADO ACTUAL	REHABILITACIÓN
Energía primaria calefacción [kWh/m2año]	138.48 E	87.58 C
Energía primaria refrigeración [kWh/m2año]	62.19 C	21.59 A
Energía primaria ACS [kWh/m2año]	0.00 A	0.00 A
Energía primaria iluminación [kWh/m2año]	114.25 B	114.25 B

2.4. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

2.4.1. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Código	Ud	Descripción	Total	
1.REHABILITACIÓN ENERGÉTICA				
1.1.Cerramientos				
1.1.1.Cerramientos verticales: adición de aislamiento térmico				
1.1.1.1.Sistemas ETICS de aislamiento exterior de fachadas				
1.1.1.1.1. m² Rehabilitación energética de fachada, mediante aislamiento térmico por su cara exterior, con el sistema Traditerm "GRUPO PUMA", formado por: mortero hidráulico Traditerm "GRUPO PUMA", color gris, dispuesto en tres capas: una primera capa de adhesión a el soporte, una segunda capa de protección contra la intemperie del aislamiento y una tercera capa de adhesión de la malla; un panel rígido de poliestireno expandido elastificado, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 40 mm de espesor, color gris, resistencia térmica 1,25 m²K/W, conductividad térmica 0,031 W/(mK), densidad 20 kg/m³ (situado entre las dos capas de mortero hidráulico, como aislante térmico); malla de fibra de vidrio, de 3,7x4,3 mm de luz, antiálcalis, de 160 g/m² y 0,49 mm de espesor, para refuerzo del mortero (en la capa de protección); Fondo Morcemcrlil "GRUPO PUMA" y mortero acrílico Morcemcrlil "GRUPO PUMA", de 2 mm de espesor, color Blanco 100, acabado grueso.				
4,000 kg		Mortero hidráulico Traditerm "GRUPO PUMA", color gris, para la fijación y el revestimiento de paneles de poliestireno expandido en paramentos verticales, tipo GP, según UNE-EN 998-1.	1,080 €	4,32 €
0,170 m		Perfil de arranque, de 40 mm de anchura.	3,190 €	0,54 €
0,300 m		Perfil de esquina de PVC con malla.	1,120 €	0,34 €
1,100 m²		Panel rígido de poliestireno expandido elastificado, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 40 mm de espesor, color gris, resistencia térmica 1,25 m²K/W, conductividad térmica 0,031 W/(mK), densidad 20 kg/m³, Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación EPS-UNE-EN 13163-L2-W2-T2-S2-P4-DS(N)2-BS170-CS(10)90-TR150.	8,250 €	9,08 €
8,000 Ud		Taco de expansión de polipropileno, de 90 mm de longitud, con aro de estanqueidad y clavo para fijación de placas aislantes.	0,170 €	1,36 €
3,500 kg		Mortero hidráulico Traditerm "GRUPO PUMA", color gris, para la fijación y el revestimiento de paneles de poliestireno expandido en paramentos verticales, tipo GP, según UNE-EN 998-1.	1,080 €	3,78 €
1,100 m²		Malla de fibra de vidrio, de 3,7x4,3 mm de luz, antiálcalis, de 160 g/m² y 0,49 mm de espesor, para refuerzo del mortero en el sistema de aislamiento por el exterior.	1,440 €	1,58 €
0,200 kg		Fondo Morcemcrlil "GRUPO PUMA", compuesto por resinas acrílicas, pigmentos minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos.	3,560 €	0,71 €
2,200 kg		Mortero acrílico Morcemcrlil "GRUPO PUMA", de 2 mm de espesor, color Blanco 100, acabado grueso, para revestimiento de paramentos exteriores, compuesto por resinas acrílicas, pigmentos minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos.	3,790 €	8,34 €
0,787 h		Oficial 1ª montador de sistemas de fachadas prefabricadas.	17,820 €	14,02 €
0,955 h		Ayudante montador de sistemas de fachadas prefabricadas.	16,130 €	15,40 €
2,000 %		Medios auxiliares	59,470 €	1,19 €
		3,000 % Costes indirectos	60,660 €	1,82 €
			Precio total por m²	62,48 €

1.1.2.Cerramientos verticales: sustitución o mejora de huecos

Código	Ud	Descripción	Total	
1.1.2.1.Incorporación de elementos de protección solar				
1.1.2.1.1. m² Lámina adhesiva transparente, de control solar, de 122x100 cm y 50 µm de espesor, color plata, para su aplicación en la cara interior del acristalamiento de carpintería exterior de fachada.				
1,050 m²		Lámina adhesiva transparente, de control solar, de 122x100 cm y 50 µm de espesor, color plata, para su aplicación en la cara interior del acristalamiento, a base de resinas termoplásticas y sedimento de aleaciones metálicas. Incluso p/p de sellado perimetral.	20,720 €	21,76 €
0,126 h		Oficial 1ª cristalero.	18,620 €	2,35 €
0,126 h		Ayudante cristalero.	17,420 €	2,19 €
2,000 %		Medios auxiliares	26,300 €	0,53 €
	3,000 %	Costes indirectos	26,830 €	0,80 €
Precio total por m²				27,63 €
1.2.Instalaciones				
1.2.1.Calefacción, climatización y A.C.S.				
1.2.1.1.Desmontaje de equipo existente				
1.2.1.1.1. Ud Desmontaje de caldera a gasóleo, de 200 kW de potencia calorífica máxima soportes de fijación y bancada metálica de apoyo, con medios manuales y mecánicos y carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.				
2,221 h		Camión con grúa de hasta 6 t.	45,490 €	101,03 €
2,341 h		Oficial 1ª calefactor.	17,820 €	41,72 €
2,341 h		Ayudante calefactor.	16,100 €	37,69 €
0,878 h		Peón ordinario construcción.	15,920 €	13,98 €
2,000 %		Medios auxiliares	194,420 €	3,89 €
	3,000 %	Costes indirectos	198,310 €	5,95 €
Precio total por Ud				204,26 €

1.2.1.2.Calderas a gas

<b>1.2.1.2.1.</b>	<b>Ud</b>	Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera de pie, de baja temperatura, tecnología Thermostream (principio de anticondensación, no necesita temperatura mínima de retorno), con cuerpo de fundición de hierro GL 180M y condensador exterior, para quemador presurizado de gas, potencia útil 220 kW, peso 967 kg, dimensiones 2778x880x1035 mm, modelo Logano GE315 B 220 "BUDERUS", con cuadro de regulación Logamatic 4211 (con unidad de mando MEC 2) para la regulación de la caldera en función de la temperatura exterior, de un circuito de calefacción, del circuito de A.C.S. y del circuito de recirculación de A.C.S., con sonda de temperatura exterior, FA, contenedor de plástico con cámara para el granulado de neutralización, para caldera, modelo NE 0.1.		
1,000	Ud	Caldera de pie, de baja temperatura, tecnología Thermostream (principio de anticondensación, no necesita temperatura mínima de retorno), con cuerpo de fundición de hierro GL 180M y condensador exterior, para quemador presurizado de gas, potencia útil 220 kW, peso 967 kg, dimensiones 2778x880x1035 mm, modelo Logano GE315 B 220 "BUDERUS", con cuadro de regulación Logamatic 4211 (con unidad de mando MEC 2) para la regulación de la caldera en función de la temperatura exterior, de un circuito de calefacción, del circuito de A.C.S. y del circuito de recirculación de A.C.S., con sonda de temperatura exterior, FA, de 8 elementos ensamblados.	11.719,990 €	11.719,99 €
1,000	Ud	Quemador presurizado modulante para gas, de potencia máxima 300 kW, con encendido electrónico.	1.735,140 €	1.735,14 €
1,000	Ud	Contenedor de plástico con cámara para el granulado de neutralización, para caldera, modelo NE 0.1 "BUDERUS", incluso granulado.	415,570 €	415,57 €

Código	Ud	Descripción	Total	
10,000	m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	0,220 €	2,20 €
20,000	m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 211025.	0,350 €	7,00 €
1,000	Ud	Válvula de seguridad, de latón, con rosca de 1/2" de diámetro, tarada a 3 bar de presión.	3,790 €	3,79 €
2,000	Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110°C.	5,930 €	11,86 €
1,000	Ud	Pirostato de rearme manual.	61,090 €	61,09 €
1,000	Ud	Desagüe a sumidero, para el drenaje de la válvula de seguridad, compuesto por 1 m de tubo de acero negro de 1/2" y embudo desagüe, incluso p/p de accesorios y piezas especiales.	13,010 €	13,01 €
1,000	Ud	Puesta en marcha del quemador para gas.	130,140 €	130,14 €
1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción.	1,460 €	1,46 €
1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	1,200 €	1,20 €
4,418	h	Oficial 1ª calefactor.	17,820 €	78,73 €
4,418	h	Ayudante calefactor.	16,100 €	71,13 €
2,000	%	Medios auxiliares	14.252,310 €	285,05 €
	3,000	% Costes indirectos	14.537,360 €	<b>436,12 €</b>
<b>Precio total por Ud</b>				<b>14.973,48 €</b>

1.2.2.Contribuciones energéticas

1.2.2.1.Captación solar

<b>1.2.2.1.1.</b>	<b>Ud</b>	Rehabilitación energética de edificio mediante la incorporación de captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, modelo Logasol CP/1/SKS/SU200 "BUDERUS", formado por un panel modelo SKS 4.0 S, de 1145x2070x90 mm, superficie útil 2,1 m², rendimiento óptico 0,851, coeficiente de pérdidas primario 4,036 W/m²K y coeficiente de pérdidas secundario 0,0108 W/m²K², según UNE-EN 12975-2, estructura de soporte sobre cubierta plana e interacumulador de un serpentín modelo SU200 de 200 litros.		
1,000	Ud	Captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, modelo Logasol CP/1/SKS/SU200 "BUDERUS", compuesto por: un panel modelo SKS 4.0 S, superficie útil 2,1 m², rendimiento óptico 0,851, coeficiente de pérdidas primario 4,036 W/m²K y coeficiente de pérdidas secundario 0,0108 W/m²K², según UNE-EN 12975-2, compuesto de: panel de vidrio de alta transmisividad (granulado), lámina absorbedora de una sola pieza con tratamiento selectivo (Tinox-PVD), tubos absorbedores de doble meandro, aislamiento térmico, panel trasero, bastidor de fibra de vidrio negro con esquinas de plástico inyectado y vaina para sonda de temperatura; estructura de soporte sobre cubierta plana; kit de tuberías y accesorios de conexión de acero inoxidable; interacumulador de acero vitrificado, de un serpentín modelo SU200 de 200 litros; estación solar con regulación integrada modelo KS0105 SC20; vaso de expansión de 25 litros con kit de conexión AAS; válvula de seguridad; purgador automático y líquido solar Tyfocor (2x20 litros).	2.667,780 €	2.667,78 €
3,183	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	17,820 €	56,72 €
3,183	h	Ayudante instalador de captadores solares.	16,100 €	51,25 €
2,000	%	Medios auxiliares	2.775,750 €	55,52 €



Código	Ud	Descripción	Total	
	3,000 %	Costes indirectos	2.831,270 €	<b>84,94 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>2.916,21 €</b>
<b>1.2.2.1.2.</b>	<b>Ud</b>	<b>Vaso de expansión cerrado con una capacidad de 500 l, 500 SMR "EBARA".</b>		
1,000	Ud	Vaso de expansión cerrado con una capacidad de 500 l, 500 SMR "EBARA", para 10 bar de presión, especial para aplicaciones de energía solar térmica.	1.223,270 €	1.223,27 €
1,000	Ud	Conexión para vasos de expansión, formada por soportes y latiguillos de conexión.	53,570 €	53,57 €
1,000	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	9,540 €	9,54 €
1,441	h	Oficial 1ª calefactor.	17,820 €	25,68 €
1,441	h	Ayudante calefactor.	16,100 €	23,20 €
2,000	%	Medios auxiliares	1.335,260 €	26,71 €
	3,000 %	Costes indirectos	1.361,970 €	<b>40,86 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>1.402,83 €</b>
<b>1.2.2.1.3.</b>	<b>Ud</b>	<b>Interacumulador de acero negro, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 3000 l, altura 2325 mm, diámetro 1660 mm.</b>		
1,000	Ud	Interacumulador de acero negro, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 3000 l, altura 2325 mm, diámetro 1660 mm, aislamiento de 50 mm de espesor con poliuretano de alta densidad, libre de CFC, termómetros, termostato, boca lateral DN 400.	3.842,830 €	3.842,83 €
2,000	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3".	82,830 €	165,66 €
2,000	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 2".	31,440 €	62,88 €
1,000	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción.	1,460 €	1,46 €
3,202	h	Oficial 1ª calefactor.	17,820 €	57,06 €
3,202	h	Ayudante calefactor.	16,100 €	51,55 €
2,000	%	Medios auxiliares	4.181,440 €	83,63 €
	3,000 %	Costes indirectos	4.265,070 €	<b>127,95 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>4.393,02 €</b>
<b>1.2.2.1.4.</b>	<b>Ud</b>	<b>Bomba circuladora doble, de rotor húmedo, In-Line, modelo Etherma-D 4-100-4 "EBARA".</b>		
1,000	Ud	Bomba circuladora doble, de rotor húmedo, In-Line, modelo Etherma-D 4-100-4 "EBARA", cuerpo de impulsión de hierro fundido y bronce, impulsor de fundición, tecnopolímero y bronce, eje motor de acero inoxidable, cojinetes de carbono, juntas tóricas de EPDM, camisa de estanqueidad de acero inoxidable, motor de tres y cuatro velocidades regulado por conmutador electrónico exterior, 1400 r.p.m., aislamiento clase F, alimentación monofásica.	2.071,030 €	2.071,03 €
2,000	Ud	Válvula de esfera, DN 40 mm, cuerpo de hierro y bola de latón, con bridas.	96,740 €	193,48 €
1,000	Ud	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,5 mm de diámetro, con rosca de 1 1/2", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	22,010 €	22,01 €
1,000	Ud	Válvula de retención de doble clapeta, con cuerpo de hierro fundido y clapeta, eje y resorte de acero inoxidable, DN 40 mm, PN 16 atm.	28,120 €	28,12 €
2,000	Ud	Manguito antivibración, de goma, con bridas DN 40 mm, para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	19,920 €	39,84 €
1,000	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	9,540 €	9,54 €
2,000	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	3,540 €	7,08 €

Código	Ud	Descripción	Total	
0,350	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, según UNE-EN 1057.	4,130 €	1,45 €
3,000	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso p/p de abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	0,730 €	2,19 €
9,000	m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm² de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 21031-3.	0,350 €	3,15 €
3,202	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	17,820 €	57,06 €
3,202	h	Ayudante instalador de climatización.	16,100 €	51,55 €
2,000	%	Medios auxiliares	2.486,500 €	49,73 €
	3,000 %	Costes indirectos	2.536,230 €	<b>76,09 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>2.612,32 €</b>
<b>1.2.2.1.5.</b>	<b>Ud</b>	<b>Instalación de entubado y valvulería para la instalación solar. Se estima como el 5% del coste total de la instalación.</b>		
		Sin descomposición		<b>10.918,760 €</b>
	3,000 %	Costes indirectos	10.918,760 €	<b>327,56 €</b>
		<b>Precio total redondeado por Ud</b>		<b>11.246,32 €</b>

1.3.SEGURIDAD Y SALUD

1.3.1. Sistemas de protección colectiva

1.3.1.1. Conjunto de sistemas de protección colectiva

<b>1.3.1.1.1.</b>	<b>Ud</b>	<b>Alquiler, durante 60 días naturales, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 10 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra; para la ejecución de fachada de 250 m².</b>		
2,000	Ud	Revisión mensual de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, para fachada de hasta 500 m², según R.D. 2177/2004, para garantizar su estabilidad y condiciones de seguridad.	104,480 €	208,96 €
16.048,970	Ud	Alquiler diario de m² de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, de 10 m de altura máxima de trabajo, constituido por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, fabricado cumpliendo las exigencias de calidad recogidas en la norma UNE-EN ISO 9001, según UNE-EN 12810 y UNE-EN 12811; compuesto de plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra; para ejecución de fachada incluso red flexible, tipo mosquitera monofilamento, de polietileno 100%.	0,080 €	1.283,92 €
2,000	%	Medios auxiliares	1.492,880 €	29,86 €
	3,000 %	Costes indirectos	1.522,740 €	<b>45,68 €</b>
		<b>Precio total por Ud</b>		<b>1.568,42 €</b>

1.3.2. Formación

1.3.2.1. Reuniones

1.3.2.1.1. Ud Reunión del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Código	Ud	Descripción		Total
	1,000 Ud	Coste de la reunión del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.	99,400 €	99,40 €
	2,000 %	Medios auxiliares	99,400 €	1,99 €
		3,000 % Costes indirectos	101,390 €	3,04 €
Precio total por Ud				104,43 €

1.3.3. Equipos de protección individual

1.3.3.1. Para la cabeza

1.3.3.1.1. Ud Casco de protección, amortizable en 10 usos.

	0,100 Ud	Casco de protección, EPI de categoría II, según EN 397 y UNE-EN 13087-7, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	2,070 €	0,21 €
		3,000 % Costes indirectos	0,210 €	0,01 €
Precio total por Ud				0,22 €

1.3.3.2. Contra caídas de altura

1.3.3.2.1.	Ud	Sistema anticaídas compuesto por un conector básico (clase B), amortizable en 4 usos; un dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible, amortizable en 4 usos; una cuerda de fibra de longitud fija como elemento de amarre, amortizable en 4 usos; un absorbedor de energía, amortizable en 4 usos y un arnés anticaídas con un punto de amarre, amortizable en 4 usos.		
	0,250 Ud	Conector básico (clase B), EPI de categoría III, según UNE-EN 362, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	13,530 €	3,38 €
	0,250 Ud	Dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible, EPI de categoría III, según UNE-EN 353-2, UNE-EN 363, UNE-EN 364 y UNE-EN 365, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	76,620 €	19,16 €
	0,250 Ud	Cuerda de fibra como elemento de amarre, de longitud fija, EPI de categoría III, según UNE-EN 354, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	57,270 €	14,32 €
	0,250 Ud	Absorbedor de energía, EPI de categoría III, según UNE-EN 355, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	81,730 €	20,43 €
	0,250 Ud	Arnés anticaídas, con un punto de amarre, EPI de categoría III, según UNE-EN 361, UNE-EN 363, UNE-EN 364 y UNE-EN 365, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	25,430 €	6,36 €
	2,000 %	Medios auxiliares	63,650 €	1,27 €
		3,000 % Costes indirectos	64,920 €	1,95 €
Precio total por Ud				66,87 €

1.3.3.2. Para los ojos y la cara

1.3.3.2.1.	Ud	Gafas de protección con montura universal, de uso básico, amortizable en 5 usos.		
	0,200 Ud	Gafas de protección con montura universal, de uso básico, EPI de categoría II, según UNE-EN 166, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	11,610 €	2,32 €
	2,000 %	Medios auxiliares	2,320 €	0,05 €
		3,000 % Costes indirectos	2,370 €	0,07 €
Precio total por Ud				2,44 €

1.3.3.3. Para las manos y los brazos

1.3.3.3.1. Ud Par de guantes contra riesgos mecánicos amortizable en 4 usos.

	0,250 Ud	Par de guantes contra riesgos mecánicos, EPI de categoría II, según UNE-EN 420 y UNE-EN 388, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	11,990 €	3,00 €
--	----------	--	----------	--------

Código	Ud	Descripción		Total
	2,000 %	Medios auxiliares	3,000 €	0,06 €
		3,000 % Costes indirectos	3,060 €	0,09 €
Precio total por Ud				3,15 €

1.3.3.4. Para los pies y las piernas

1.3.3.4.1.	Ud	Par de zapatos de seguridad, con resistencia al deslizamiento, con código de designación SB, amortizable en 2 usos.		
	0,500 Ud	Par de zapatos de seguridad, con puntera resistente a un impacto de hasta 200 J y a una compresión de hasta 15 kN, con resistencia al deslizamiento, EPI de categoría II, según UNE-EN ISO 20344 y UNE-EN ISO 20345, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	33,710 €	16,86 €
	2,000 %	Medios auxiliares	16,860 €	0,34 €
		3,000 % Costes indirectos	17,200 €	0,52 €
Precio total por Ud				17,72 €

1.3.3.5. Para el cuerpo (vestuario de protección)

1.3.3.5.1. Ud Mono de protección, amortizable en 5 usos.

	0,200 Ud	Mono de protección, EPI de categoría I, según UNE-EN 340, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	34,830 €	6,97 €
	2,000 %	Medios auxiliares	6,970 €	0,14 €
		3,000 % Costes indirectos	7,110 €	0,21 €
Precio total por Ud				7,32 €

1.3.4. Medicina preventiva y primeros auxilios

1.3.4.1. Material médico

1.3.4.1.1. Ud Botiquín de urgencia en caseta de obra.

	1,000 Ud	Botiquín de urgencia provisto de desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, un par de tijeras, pinzas y guantes desechables.	86,310 €	86,31 €
	0,200 h	Peón ordinario construcción.	15,920 €	3,18 €
	2,000 %	Medios auxiliares	89,490 €	1,79 €
		3,000 % Costes indirectos	91,280 €	2,74 €
Precio total por Ud				94,02 €

1.3.5. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar

1.3.5.1. Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)

1.3.5.1.1. Ud Alquiler mensual de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de 4,20x2,33x2,30 m (9,80 m²).

	1,000 Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de 4,20x2,33x2,30 (9,80) m², compuesta por: estructura metálica mediante perfiles conformados en frío; cerramiento de chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada; cubierta de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido; instalación de electricidad y fuerza con toma exterior a 230 V; tubos fluorescentes y punto de luz exterior; ventanas correderas de aluminio anodizado, con luna de 6 mm y rejas; puerta de entrada de chapa galvanizada de 1 mm con cerradura; suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm y poliestireno de 50 mm con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal y revestimiento de tablero melaminado en paredes. Según R.D. 1627/1997.	90,210 €	90,21 €
--	----------	--	----------	---------

Código	Ud	Descripción	Total	
	2,000 %	Medios auxiliares	90,210 €	1,80 €
	3,000 %	Costes indirectos	92,010 €	2,76 €
		Precio total por Ud		94,77 €
1.3.5.1.2.	Ud	Alquiler mensual de caseta prefabricada para almacenamiento en obra de los materiales, la pequeña maquinaria y las herramientas, de 3,43x2,05x2,30 m (7,00 m²).		
	1,000 Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacenamiento en obra de materiales, pequeña maquinaria y herramientas, de 3,43x2,05x2,30 m (7,00 m²), compuesta por: estructura metálica mediante perfiles conformados en frío; cerramiento de chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada; cubierta de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; instalación de electricidad y fuerza con toma exterior a 230 V; tubos fluorescentes y punto de luz exterior; ventanas correderas de aluminio anodizado, con luna de 6 mm y rejas; puerta de entrada de chapa galvanizada de 1 mm con cerradura; suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm.	76,980 €	76,98 €
	2,000 %	Medios auxiliares	76,980 €	1,54 €
	3,000 %	Costes indirectos	78,520 €	2,36 €
		Precio total por Ud		80,88 €
1.3.5.3.		Limpieza		
1.3.5.3.1.	Ud	Hora de limpieza y desinfección de caseta o local provisional en obra.		
		Sin descomposición		12,000 €
	3,000 %	Costes indirectos	12,000 €	0,36 €
		Precio total redondeado por Ud		12,36 €
1.3.6.		Señalización provisional de obras		
1.3.6.1.		Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras		
1.3.6.1.1.	Ud	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.		
		Sin descomposición		100,000 €
	3,000 %	Costes indirectos	100,000 €	3,00 €
		Precio total redondeado por Ud		103,00 €

2.4.2. MEDICIONES

Código

Ud Descripción

Medición

1.REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

1.1.Cerramientos

1.1.1.Cerramientos verticales: adición de aislamiento térmico

1.1.1.1.Sistemas ETICS de aislamiento exterior de fachadas

1.1.1.1.1.

M²

Rehabilitación energética de fachada, mediante aislamiento térmico por su cara exterior, con el sistema Traditerm "GRUPO PUMA", formado por: mortero hidráulico Traditerm "GRUPO PUMA", color gris, dispuesto en tres capas: una primera capa de adhesión a el soporte, una segunda capa de protección contra la intemperie del aislamiento y una tercera capa de adhesión de la malla; un panel rígido de poliestireno expandido elastificado, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 40 mm de espesor, color gris, resistencia térmica 1,25 m²K/W, conductividad térmica 0,031 W/(mK), densidad 20 kg/m³ (situado entre las dos capas de mortero hidráulico, como aislante térmico); malla de fibra de vidrio, de 3,7x4,3 mm de luz, antiálcalis, de 160 g/m² y 0,49 mm de espesor, para refuerzo del mortero (en la capa de protección); Fondo Morcemcrlil "GRUPO PUMA" y mortero acrílico Morcemcrlil "GRUPO PUMA", de 2 mm de espesor, color Blanco 100, acabado grueso.

	Uds.	Área	Parcial	Subtotal
MF-01 A [A*B]	1	153,110	153,110	
MF-01 B [A*B]	1	49,990	49,990	
MF-02 A [A*B]	1	252,370	252,370	
MF-02 B [A*B]	1	117,480	117,480	
MF-01 C [A*B]	1	28,350	28,350	
MF-01 D [A*B]	1	37,060	37,060	
			638,360	638,360
			Total m² :	638,360

1.1.2.Cerramientos verticales: sustitución o mejora de huecos

1.1.2.1.Incorporación de elementos de protección solar

1.1.2.1.1.

M²

Lámina adhesiva transparente, de control solar, de 122x100 cm y 50 µm de espesor, color plata, para su aplicación en la cara interior del acristalamiento de carpintería exterior de fachada.

	Uds.	Área	Parcial	Subtotal
L-01	1	2,690	2,690	
L-02	1	1,800	1,800	
L-03	1	2,660	2,660	
L-04	1	1,800	1,800	
L-05	1	1,790	1,790	
L-06	1	1,780	1,780	
L-07	1	5,380	5,380	
L-08	1	4,770	4,770	
L-09	1	4,800	4,800	
L-10	1	5,730	5,730	



Código	Ud	Descripción	Medición	Código	Ud	Descripción	Medición
L-11	1	9,450	9,450	V-50	1	16,580	16,580
L-12	1	2,450	2,450	V-51	1	1,380	1,380
L-13	1	4,700	4,700	V-52	1	11,390	11,390
L-14	1	4,860	4,860	V-53	1	47,130	47,130
L-15	1	2,440	2,440	V-54	1	4,580	4,580
L-16	1	4,880	4,880				716,994 716,994
L-17	1	9,540	9,540				<b>Total m² : 716,994</b>
L-18	1	9,890	9,890	<b>1.2.Instalaciones</b>			
L-19	1	9,390	9,390	<b>1.2.1.Calefacción, climatización y A.C.S.</b>			
L-20	1	4,770	4,770	<b>1.2.1.1.Desmontaje de equipo existente</b>			
L-21	1	4,800	4,800	1.2.1.1.1.	Ud	Desmontaje de caldera a gasóleo, de 200 kW de potencia calorífica máxima soportes de fijación y bancada metálica de apoyo, con medios manuales y mecánicos y carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.	
L-22	1	9,380	9,380				<b>Total Ud : 1,000</b>
L-23	1	4,800	4,800	<b>1.2.1.2. Calderas a gas</b>			
V-10 A	1	7,194	7,194	1.2.1.2.1.	Ud	Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera de pie, de baja temperatura, tecnología Thermostream (principio de anticondensación, no necesita temperatura mínima de retorno), con cuerpo de fundición de hierro GL 180M y condensador exterior, para quemador presurizado de gas, potencia útil 220 kW, peso 967 kg, dimensiones 2778x880x1035 mm, modelo Logano GE315 B 220 "BUDERUS", con cuadro de regulación Logamatic 4211 (con unidad de mando MEC 2) para la regulación de la caldera en función de la temperatura exterior, de un circuito de calefacción, del circuito de A.C.S. y del circuito de recirculación de A.C.S., con sonda de temperatura exterior, FA, contenedor de plástico con cámara para el granulado de neutralización, para caldera, modelo NE 0.1.	
V-11	1	1,320	1,320				<b>Total Ud : 1,000</b>
V-12	1	0,740	0,740	<b>1.2.2.Contribuciones energéticas</b>			
V-13	1	1,840	1,840	<b>1.2.2.1.Captación solar</b>			
V-14	1	0,960	0,960	1.2.2.1.1.	Ud	Rehabilitación energética de edificio mediante la incorporación de captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, modelo Logasol CP/1/SKS/SU200 "BUDERUS", formado por un panel modelo SKS 4.0 S, de 1145x2070x90 mm, superficie útil 2,1 m², rendimiento óptico 0,851, coeficiente de pérdidas primario 4,036 W/m²K y coeficiente de pérdidas secundario 0,0108 W/m²K², según UNE-EN 12975-2, estructura de soporte sobre cubierta plana e interacumulador de un serpentín modelo SU200 de 200 litros.	
V-15 A	1	10,280	10,280				<b>Total Ud : 72,000</b>
V-16	1	1,220	1,220	1.2.2.1.2.	Ud	Vaso de expansión cerrado con una capacidad de 500 l, 500 SMR "EBARA".	
V-32	1	24,500	24,500				<b>Total Ud : 1,000</b>
V-33	1	13,260	13,260	1.2.2.1.3.	Ud	Interacumulador de acero negro, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 3000 l, altura 2325 mm, diámetro 1660 mm.	
V-34	1	20,400	20,400				<b>Total Ud : 1,000</b>
V-10 B	1	2,210	2,210	1.2.2.1.4.	Ud	Bomba circuladora doble, de rotor húmedo, In-Line, modelo Etherma-D 4-100-4 "EBARA".	
V-15 B	1	1,030	1,030				<b>Total Ud : 1,000</b>
V-48	1	3,840	3,840	1.2.2.1.5.	Ud	Instalación de entubado y valvulería para la instalación solar. Se estima como el 5% del coste total de la instalación.	
V-01	1	159,540	159,540				<b>Total Ud : 1,000</b>
V-02 A	1	70,110	70,110				
V-02 B	1	70,110	70,110				
V-17 E	1	34,220	34,220				
V-18 D	1	1,330	1,330				
V-19 D	1	17,110	17,110				
V-20 E	1	15,890	15,890				
V-25	1	0,770	0,770				
V-49	1	63,510	63,510				

Código	Ud	Descripción	Medición	Código	Ud	Descripción	Medición
1.3.SEGURIDAD Y SALUD							Total Ud : 1,000
1.3.1. Sistemas de protección colectiva				1.3.5. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar			
1.3.1.1. Conjunto de sistemas de protección colectiva				1.3.5.1. Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)			
1.3.1.1.1.	Ud	Alquiler, durante 60 días naturales, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 10 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra; para la ejecución de fachada de 250 m².		1.3.5.1.1.	Ud	Alquiler mensual de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de 4,20x2,33x2,30 m (9,80 m²).	Total Ud : 2,000
			Total Ud : 1,000	1.3.5.1.2.	Ud	Alquiler mensual de caseta prefabricada para almacenamiento en obra de los materiales, la pequeña maquinaria y las herramientas, de 3,43x2,05x2,30 m (7,00 m²).	Total Ud : 2,000
1.3.2. Formación				1.3.5.2. Limpieza			
1.3.2.1. Reuniones				1.3.5.2.1.	Ud	Hora de limpieza y desinfección de caseta o local provisional en obra.	Total Ud : 8,000
1.3.2.1.1.	Ud	Reunión del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.	Total Ud : 3,000	1.3.6. Señalización provisional de obras			
1.3.3. Equipos de protección individual				1.3.6.1. Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras			
1.3.3.1. Para la cabeza				1.3.6.1.1.	Ud	Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.	Total Ud : 1,000
1.3.3.1.1.	Ud	Casco de protección, amortizable en 10 usos.	Total Ud : 11,000				
1.3.3.2. Contra caídas de altura							
1.3.3.2.1.	Ud	Sistema anticaídas compuesto por un conector básico (clase B), amortizable en 4 usos; un dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible, amortizable en 4 usos; una cuerda de fibra de longitud fija como elemento de amarre, amortizable en 4 usos; un absorbedor de energía, amortizable en 4 usos y un arnés anticaídas con un punto de amarre, amortizable en 4 usos.	Total Ud : 2,000				
1.3.3.3. Para los ojos y la cara							
1.3.3.3.1.	Ud	Gafas de protección con montura universal, de uso básico, amortizable en 5 usos.	Total Ud : 11,000				
1.3.3.4. Para las manos y los brazos							
1.3.3.4.1.	Ud	Par de guantes contra riesgos mecánicos amortizable en 4 usos.	Total Ud : 11,000				
1.3.3.5. Para los pies y las piernas							
1.3.3.5.1.	Ud	Par de zapatos de seguridad, con resistencia al deslizamiento, con código de designación SB, amortizable en 2 usos.	Total Ud : 11,000				
1.3.3.6. Para el cuerpo (vestuario de protección)							
1.3.3.6.1.	Ud	Mono de protección, amortizable en 5 usos.	Total Ud : 11,000				
1.3.4. Medicina preventiva y primeros auxilios							
1.3.4.1. Material médico							
1.3.4.1.1.	Ud	Botiquín de urgencia en caseta de obra.					

2.4.3. PRESUPUESTO

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.REHABILITACIÓN ENERGÉTICA					
1.1.Cerramientos					
1.1.1.Cerramientos verticales: adición de aislamiento térmico					
1.1.1.1.Sistemas ETICS de aislamiento exterior de fachadas					
1.1.1.1.1.	M²	Rehabilitación energética de fachada, mediante aislamiento térmico por su cara exterior, con el sistema Traditerm "GRUPO PUMA", formado por: mortero hidráulico Traditerm "GRUPO PUMA", color gris, dispuesto en tres capas: una primera capa de adhesión a el soporte, una segunda capa de protección contra la intemperie del aislamiento y una tercera capa de adhesión de la malla; un panel rígido de poliestireno expandido elastificado, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 40 mm de espesor, color gris, resistencia térmica 1,25 m²K/W, conductividad térmica 0,031 W/(mK), densidad 20 kg/m³ (situado entre las dos capas de mortero hidráulico, como aislante térmico); malla de fibra de vidrio, de 3,7x4,3 mm de luz, antiálcalis, de 160 g/m² y 0,49 mm de espesor, para refuerzo del mortero (en la capa de protección); Fondo Morcemcrlil "GRUPO PUMA" y mortero acrílico Morcemcrlil "GRUPO PUMA", de 2 mm de espesor, color Blanco 100, acabado grueso.			
Total m² :			638,360	62,48	39.884,73
Total 1.1.1.1.Sistemas ETICS de aislamiento exterior de fachadas					39.884,73
Total 1.1.1. Cerramientos verticales: adición de aislamiento térmico					39.884,73
1.1.2.Cerramientos verticales: sustitución o mejora de huecos					
1.1.2.1.Incorporación de elementos de protección solar					
1.1.2.1.1.	M²	Lámina adhesiva transparente, de control solar, de 122x100 cm y 50 µm de espesor, color plata, para su aplicación en la cara interior del acristalamiento de carpintería exterior de fachada.			
Total m² :			716,994	27,63	19.810,54
Total 1.1.2.1.Incorporación de elementos de protección solar					19.810,54
Total 1.1.2.Cerramientos verticales: sustitución o mejora de huecos					19.810,54
Total 1.1.Cerramientos					59.695,27
1.2.Instalaciones					
1.2.1.Calefacción, climatización y A.C.S.					
1.2.1.1.Desmontaje de equipo existente					
1.2.1.1.1.	Ud	Desmontaje de caldera a gasóleo, de 200 kW de potencia calorífica máxima soportes de fijación y bancada metálica de apoyo, con medios manuales y mecánicos y carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.			
Total Ud :			1,000	204,26	204,26
Total 1.2.1.1.1.Desmontaje de equipo existente					204,26
1.2.1.2. Calderas a gas					
1.2.1.2.1.	Ud	Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera de pie, de baja temperatura, tecnología Thermostream (principio de anticondensación, no necesita temperatura mínima de retorno), con cuerpo de fundición de hierro GL 180M y condensador exterior, para quemador presurizado de gas, potencia útil 220 kW, peso 967 kg, dimensiones 2778x880x1035 mm, modelo Logano GE315 B 220 "BUDERUS", con cuadro de regulación Logamatic 4211 (con unidad de mando MEC 2) para la regulación de la caldera en función de la temperatura exterior, de un circuito de calefacción, del circuito de A.C.S. y del circuito de recirculación de A.C.S., con sonda de temperatura exterior, FA, contenedor de plástico con cámara para el granulado de neutralización, para caldera, modelo NE 0.1.			
Total Ud :			1,000	14.973,48	14.973,48

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
Total 1.2.1.2.Calderas a gas					14.973,48
Total 1.2.1. Calefacción, climatización y A.C.S.					15.177,74
1.2.2.Contribuciones energéticas					
1.2.2.1.Captación solar					
1.2.2.1.1.	Ud	Rehabilitación energética de edificio mediante la incorporación de captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, modelo Logasol CP/1/SKS/SU200 "BUDERUS", formado por un panel modelo SKS 4.0 S, de 1145x2070x90 mm, superficie útil 2,1 m², rendimiento óptico 0,851, coeficiente de pérdidas primario 4,036 W/m²K y coeficiente de pérdidas secundario 0,0108 W/m²K², según UNE-EN 12975-2, estructura de soporte sobre cubierta plana e interacumulador de un serpentín modelo SU200 de 200 litros.			
Total Ud :			72,000	2.916,21	209.967,12
1.2.2.1.2.	Ud	Vaso de expansión cerrado con una capacidad de 500 l, 500 SMR "EBARA".			
Total Ud :			1,000	1.402,83	1.402,83
1.2.2.1.3.	Ud	Interacumulador de acero negro, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 3000 l, altura 2325 mm, diámetro 1660 mm.			
Total Ud :			1,000	4.393,02	4.393,02
1.2.2.1.4.	Ud	Bomba circuladora doble, de rotor húmedo, In-Line, modelo Etherma-D 4-100-4 "EBARA".			
Total Ud :			1,000	2.612,32	2.612,32
1.2.2.1.5.	Ud	Instalación de entubado y valvulería para la instalación solar. Se estima como el 5% del coste total de la instalación.			
Total Ud :			1,000	11.246,32	11.246,32
Total 1.2.2.1.Captación solar					229.621,61
Total 1.2.2.Contribuciones energéticas					229.621,61
Total 1.2.Instalaciones					244.799,35

1.3.SEGURIDAD Y SALUD

1.3.1. Sistemas de protección colectiva

1.3.1.1. Conjunto de sistemas de protección colectiva

1.3.1.1.1.	Ud	Alquiler, durante 60 días naturales, de andamio tubular normalizado, tipo multidireccional, hasta 10 m de altura máxima de trabajo, formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de trabajo de 60 cm de ancho, dispuestas cada 2 m de altura, escalera interior con trampilla, barandilla trasera con dos barras y rodapié, y barandilla delantera con una barra; para la ejecución de fachada de 250 m².			
Total Ud :			1,000	1.568,42	1.568,42
Total 1.3.1.1. Conjunto de sistemas de protección colectiva					1.568,42
Total 1.3.1.Sistemas de protección colectiva					1.568,42

1.3.2.Formación

1.3.2.1. Reuniones

1.3.2.1.1. Reunión del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Total Ud :	3,000	104,43	313,29
Total 1.3.2.1. Reuniones			313,29
Total 1.3.2.Formación			313,29

1.3.3. Equipos de protección individual

1.3.3.1. Para la cabeza



Código	Ud Descripción	Medición	Precio	Importe
1.3.3.1.1.	<b>Ud</b> Casco de protección, amortizable en 10 usos.			
		Total Ud :	11,000 0,22	<b>2,42</b>
		<b>Total 1.3.3.1. Para la cabeza</b>		<b>2,42</b>
<b>1.3.3.2. Contra caídas de altura</b>				
1.3.3.2.1.	<b>Ud</b> Sistema anticaídas compuesto por un conector básico (clase B), amortizable en 4 usos; un dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible, amortizable en 4 usos; una cuerda de fibra de longitud fija como elemento de amarre, amortizable en 4 usos; un absorbedor de energía, amortizable en 4 usos y un arnés anticaídas con un punto de amarre, amortizable en 4 usos.			
		Total Ud :	2,000 66,87	<b>133,74</b>
		<b>Total 1.3.3.2. Contra caídas de altura</b>		<b>133,74</b>
<b>1.3.3.3. Para los ojos y la cara</b>				
1.3.3.3.1.	<b>Ud</b> Gafas de protección con montura universal, de uso básico, amortizable en 5 usos.			
		Total Ud :	11,000 2,44	<b>26,84</b>
		<b>Total 1.3.3.3. Para los ojos y la cara</b>		<b>26,84</b>
<b>1.3.3.4. Para las manos y los brazos</b>				
1.3.3.4.1.	<b>Ud</b> Par de guantes contra riesgos mecánicos amortizable en 4 usos.			
		Total Ud :	11,000 3,15	<b>34,65</b>
		<b>Total 1.3.3.4. Para las manos y los brazos</b>		<b>34,65</b>
<b>1.3.3.5. Para los pies y las piernas</b>				
1.3.3.5.1.	<b>Ud</b> Par de zapatos de seguridad, con resistencia al deslizamiento, con código de designación SB, amortizable en 2 usos.			
		Total Ud :	11,000 17,72	<b>194,92</b>
		<b>Total 1.3.3.5. Para los pies y las piernas</b>		<b>194,92</b>
<b>1.3.3.6. Para el cuerpo (vestuario de protección)</b>				
1.3.3.6.1.	<b>Ud</b> Mono de protección, amortizable en 5 usos.			
		Total Ud :	11,000 7,32	<b>80,52</b>
		<b>Total 1.3.3.6. Para el cuerpo (vestuario de protección)</b>		<b>80,52</b>
		<b>Total 1.3.3. Equipos de protección individual</b>		<b>473,09</b>
<b>1.3.4. Medicina preventiva y primeros auxilios</b>				
<b>1.3.4.1. Material médico</b>				
1.3.4.1.1.	<b>Ud</b> Botiquín de urgencia en caseta de obra.			
		Total Ud :	1,000 94,02	<b>94,02</b>
		<b>Total 13.4.1.Material médico</b>		<b>94,02</b>
		<b>Total 1.3.4. Medicina preventiva y primeros auxilios</b>		<b>94,02</b>
<b>1.3.5. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar</b>				
<b>1.3.5.1. Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)</b>				
1.3.5.1.1.	<b>Ud</b> Alquiler mensual de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de 4,20x2,33x2,30 m (9,80 m²).			
		Total Ud :	2,000 94,77	<b>189,54</b>
1.3.5.1.2.	<b>Ud</b> Alquiler mensual de caseta prefabricada para almacenamiento en obra de los materiales, la pequeña maquinaria y las herramientas, de 3,43x2,05x2,30 m (7,00 m²).			
		Total Ud :	2,000 80,88	<b>161,76</b>

Código	Ud Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>Total 1.3.5.1.Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)</b>				<b>351,30</b>
<b>1.3.5.2.. Limpieza</b>				
1.3.5.2.1. <b>Ud</b> Hora de limpieza y desinfección de caseta o local provisional en obra.				
Total Ud :		8,000	12,36	<b>98,88</b>
<b>Total 1.3.5.2. Limpieza</b>				<b>98,88</b>
<b>Total 1.3.5.Instalaciones provisionales de higiene y bienestar</b>				<b>450,18</b>
<b>1.3.6.Señalización provisional de obras</b>				
<b>1.3.6.1. Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras</b>				
1.3.6.1.1. <b>Ud</b> Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.				
Total Ud :		1,000	103,00	<b>103,00</b>
<b>Total 1.3.6.1. Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras</b>				<b>103,00</b>
<b>Total 1.3.6. Señalización provisional de obras</b>				<b>103,00</b>
<b>Total 1.3. Seguridad y salud :</b>				<b>3.002,00</b>
<b>Total 1.REHABILITACIÓN ENERGÉTICA</b>				<b>307.496,62</b>

## 2.4.4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

### 1. REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

1.1. SEGURIDAD Y SALUD	3.002,00
1.2. CERRAMIENTOS	59.695,27
1.3. INSTALACIONES	244.799,35
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>307.496,62</b>
13% de gastos generales	39.974,56
6% de beneficio industrial	18.449,80
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>365.920,98</b>
21%	76.843,41
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>442.764,39</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS CUARENTA Y DOS MIL SETECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

## 2.5. CÁLCULO DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA MEJORA

Para el cálculo de la viabilidad de la mejora mediante CE3X, han de introducirse los siguientes valores:

- ❖ Vida útil. Se estima en 20 años.
- ❖ Coste de la medida. Será el presupuesto de ejecución por contrata.
- ❖ Incremento del coste de mantenimiento. Se obtiene de los siguientes cálculos:
  - +Calderas de gas = 11.215,15 € / caldera cada 10 años / 10 años = 1.121,52 €
  - Calderas de gasóleo = 2.315,57 € / caldera cada 10 años / 10 años = 231,56 €
  - +Solar térmica = 56.330,48 € cada 10 años / 10 años = 5.633,05 €
  - TOTAL INCREMENTO COSTE DE MANTENIMIENTO = 6.523,01 €/año

Como la comprobación de la existencia de aislamiento en el elemento "PI-01" no supondrá un ahorro para el edificio, el archivo utilizado para calcular el ahorro económico de las propuestas alternativas mantendrá el valor de transmitancia de la certificación del estado actual. De este modo, el cálculo económico supone que ese aislamiento ya existe y que no es necesaria una inversión para su inclusión.

Los resultados son los siguientes:

AMORTIZACIÓN SIMPLE = 43,7 años

VAN TEÓRICO = -144.092,80 €

AHORRO MEDIO ANUAL = 18.395,64 €

Los 20 años de vida útil de las instalaciones no serían suficientes para amortizar la inversión inicial de esta medida de mejora.

Por lo tanto, NO ES VIABLE ECONÓMICAMENTE.

2.6. USO Y MANTENIMIENTO DE LOS NUEVOS ELEMENTOS

2.6.1. CALDERA DE GAS

USO: PRECAUCIONES

- ❖ Se evitarán las agresiones contra las calderas.
- ❖ Se comprobará que las llamas del mechero o quemador sean de color azulado y la total ausencia de olores.
- ❖ Se comprobará que coincide la presión de agua del manómetro con la determinada en la puesta en marcha.

USO: PRESCRIPCIONES

- ❖ El usuario deberá mantener las condiciones de seguridad especificadas en el proyecto del mismo y se pondrá en contacto con el Servicio de Mantenimiento ante la aparición de cualquier anomalía.
- ❖ Salvo los mandos del frontal, cualquier otra manipulación deberá realizarla un profesional cualificado.
- ❖ La propiedad deberá poseer un contrato de mantenimiento con una empresa autorizada que se ocupe del mantenimiento periódico de la instalación, de manera que el usuario únicamente deberá realizar una inspección visual periódica de la caldera y sus elementos.
- ❖ Siempre que se revisen las instalaciones, un instalador autorizado reparará los defectos encontrados y repondrá las piezas que sean necesarias.

USO: PROHIBICIONES

- ❖ No se rellenará el circuito de agua con la caldera caliente.
- ❖ No se manipularán partes interiores del quemador ni de las centralitas de programación.
- ❖ No se modificarán las ventilaciones de los recintos donde se ubiquen.
- ❖ No se pondrá en marcha la instalación sin haber comprobado el nivel de agua del circuito, procediendo a su llenado si es insuficiente.

MANTENIMIENTO: POR EL USUARIO

- ❖ Cada año:

Limpieza y comprobación del equipo de la caldera, al final de cada temporada de uso, asegurándose de que no existen fisuras, corrosiones o rezumes por las juntas y de que los accesorios de control y medición, así como los dispositivos de seguridad, están en buen funcionamiento.

MANTENIMIENTO: POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO

- ❖ Cada mes:

Limpieza del quemador de la caldera.

Comprobación de estanqueidad de cierre entre quemador y caldera.

- ❖ Cada 6 meses:

Comprobación y limpieza, si procede, de circuitos de humos de calderas.  
Revisión y limpieza de filtros de agua.

Revisión del sistema de control automático.

- ❖ Cada año:

Limpieza del quemador de la caldera.

Comprobación de estanqueidad de cierre entre quemador y caldera.

2.6.2. INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

USO: PRECAUCIONES

- ❖ Se evitarán las agresiones contra los captadores.

USO: PRESCRIPCIONES

- ❖ El usuario deberá mantener las condiciones de seguridad especificadas en el proyecto del mismo y se pondrá en contacto con el Servicio de Mantenimiento ante la aparición de cualquier anomalía.
- ❖ La propiedad deberá poseer un contrato de mantenimiento con una empresa autorizada que se ocupe del mantenimiento periódico de la instalación, de manera que el usuario únicamente realizará la inspección visual de los parámetros funcionales principales de la instalación.
- ❖ El plan de mantenimiento deberá realizarse por personal técnico competente que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo.
- ❖ El sostenimiento deberá incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.
- ❖ Durante las operaciones de mantenimiento deberán eliminarse las hojas y otros elementos depositados en el cerco de estanqueidad del captador, para permitir al agua de lluvia discurrir libremente.

USO: PROHIBICIONES

- ❖ No se manipulará ningún elemento de la instalación.
- ❖ No se limpiarán los cristales del captador con productos agresivos.

MANTENIMIENTO: POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO

- ❖ Cada 6 meses:

Revisión.

Inspección visual de los siguientes elementos:

Captadores.  
Condensaciones y suciedad en los cristales.  
Agrietamientos y deformaciones en juntas.  
Corrosión y deformaciones en el absorbedor.  
Deformación, oscilaciones y ventanas de respiración en la carcasa.  
Aparición de fugas en las conexiones.  
Degradación, indicios de corrosión y apriete de tornillos en la estructura.



❖ Cada año:

Revisión de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m².

Comprobación de la presencia de lodos en el fondo del depósito del sistema de acumulación.

Comprobación del nivel de desgaste y del buen funcionamiento de los ánodos del sistema de acumulación.

Comprobación de la presencia de humedad en el aislamiento.

Control de funcionamiento y limpieza del intercambiador de placas y del serpentín.

Inspección visual y control de funcionamiento en el fluido refrigerante, aislamiento, purgador, bomba, vaso de expansión, sistema de llenado y válvulas.

Control de funcionamiento del cuadro eléctrico, del control diferencial, del termostato y del sistema de medida.

Control de funcionamiento del sistema auxiliar y de las sondas de temperatura.

Cubrición de los paneles solares en los meses que supera el 100% de la demanda.

## 2.7. PROPUESTAS ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

### 2.7.1. PROPUESTA ALTERNATIVA 1

Esta propuesta alternativa solamente varía en la propuesta principal en que no se lleva a cabo la instalación solar térmica.

Por lo tanto, la descripción de la propuesta se reduce a:

- ❖ Sustitución de la caldera estándar por una caldera de condensación a gas.
- ❖ Adición de aislamiento por el exterior en los muros de fachada del aula de estudios.
- ❖ Instalación de láminas de protección solar en las ventanas de fachadas sur y lucernarios.
- ❖ Comprobación de la existencia de aislamiento térmico en el suelo sobre sótano.

Los modelos utilizados y el método de análisis son iguales a los utilizados en la propuesta principal.

La certificación energética empeora en 9 puntos con respecto a la de la propuesta principal.

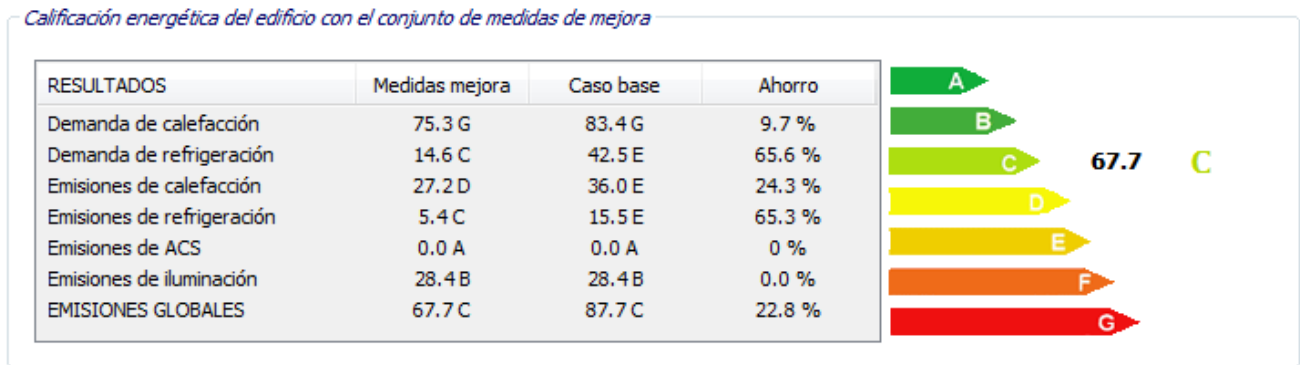


Ilustración 9. Mejora en la calificación energética de la propuesta alternativa 1

Al nuevo incremento en el coste de mantenimiento habrá que restarle, con respecto a la propuesta principal, el coste de mantenimiento de la instalación térmica.

$$\text{Incremento del coste de mantenimiento} = 6.523,01 - 5.633,05 = 889,96 \text{ €}$$

Por su parte, al precio de la inversión inicial para la propuesta principal habrá que restarle el precio de la instalación solar térmica y su apartado de seguridad y salud, obteniendo así el precio de contrata de la propuesta alternativa 1.

$$\text{Inversión inicial} = 111.850,80 \text{ €}$$

Como la comprobación de la existencia de aislamiento en el elemento “PI-01” no supondrá un ahorro para el edificio, el archivo utilizado para calcular el ahorro económico de las propuestas alternativas mantendrá el valor de transmitancia de la certificación del estado actual. De este modo, el cálculo económico supone que ese aislamiento ya existe y que no es necesaria una inversión para su inclusión. Calculando estos valores en CE3X, se obtiene que esta propuesta alternativa sí que obtiene un VAN positivo y que además, la recuperación de la inversión es de sólo 11 años.

$$\text{Amortización simple} = 11,0 \text{ años}$$

$$\text{VAN (20 años)} = 156.179,80 \text{ €}$$

$$\text{Ahorro medio anual} = 16.508,41 \text{ €}$$

### 2.7.2. PROPUESTA ALTERNATIVA 2

Esta propuesta alternativa varía de la propuesta principal en que no incluye la instalación solar fotovoltaica y que en lugar de la caldera gas, la instalación sea de una caldera de biomasa (para ello se supone que sí que cabría en el cuarto de calderas existente, o en su caso, que se ampliaría esta sala, aunque esto supondría un incremento del precio de la reforma).

Por lo tanto, la rehabilitación energética incluye las siguientes acciones:

- ❖ Sustitución de la caldera estándar por una caldera de biomasa.
- ❖ Adición de aislamiento por el exterior en los muros de fachada del aula de estudios.
- ❖ Instalación de láminas de protección solar en las ventanas de fachadas sur y lucernarios.
- ❖ Comprobación de la existencia de aislamiento térmico en el suelo sobre sótano.

Los modelos utilizados y el método de análisis son iguales a los utilizados en la propuesta principal.

La certificación energética mejoraría en casi 3 puntos a la propuesta principal sin necesidad de incluir una instalación solar térmica.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	75.3 G	83.4 G	9.7 %	
Demanda de refrigeración	14.6 C	42.5 E	65.6 %	
Emisiones de calefacción	18.4 C	36.0 E	49.0 %	
Emisiones de refrigeración	5.4 C	15.5 E	65.3 %	
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %	
Emisiones de iluminación	28.4 B	28.4 B	0.0 %	
EMISIONES GLOBALES	58.8 B	87.7 C	32.9 %	

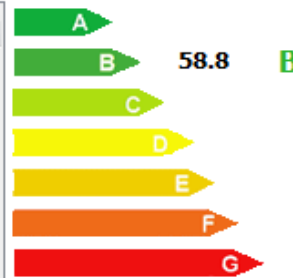


Ilustración 10. Mejora en la calificación energética de la propuesta alternativa 2

El incremento de coste de mantenimiento será resultado de restarle al coste de mantenimiento anual de la caldera de biomasa el de la actual caldera de gasóleo, ya que el resto de medidas no incrementan el coste de mantenimiento.

$$\text{Incremento del coste de mantenimiento} = 31.447,39 / 10 - 8.604,62 / 10 = 2.284,28 \text{ €}$$

La inversión inicial será la suma de las medidas de rehabilitación de la envolvente más el coste de la instalación de biomasa y sus respectivos costes de seguridad y salud, todo ello añadiéndole gastos generales, beneficios e impuestos.

$$\text{Inversión inicial} = 180.556,89 \text{ €}$$

Como la comprobación de la existencia de aislamiento en el elemento "PI-01" no supondrá un ahorro para el edificio, el archivo utilizado para calcular el ahorro económico de las propuestas alternativas mantendrá el valor de transmitancia de la certificación del estado actual. De este modo, el cálculo económico supone que ese aislamiento ya existe y que no es necesaria una inversión para su inclusión. Calculando estos valores en CE3X, se obtiene que esta propuesta alternativa sí que obtiene un VAN positivo, pero a pesar de la bastante mejor calificación energética con respecto a la propuesta alternativa 1, los resultados económicos son peores.

$$\text{Amortización simple} = 16,9 \text{ años}$$

$$\text{VAN (20 años)} = 107.926,30 \text{ €}$$

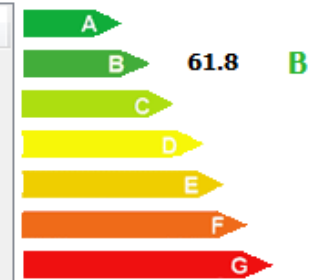
$$\text{Ahorro medio anual} = 17.768,12 \text{ €}$$

### 2.7.3. COMPARATIVA ENTRE LAS TRES PROPUESTAS

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA PROPUESTA PRINCIPAL

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

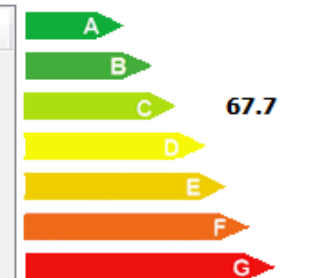
RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	75.3 G	83.4 G	9.7 %	
Demanda de refrigeración	14.6 C	42.5 E	65.6 %	
Emisiones de calefacción	20.6 C	36.0 E	42.8 %	
Emisiones de refrigeración	5.4 C	15.5 E	65.3 %	
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %	
Emisiones de iluminación	28.4 B	28.4 B	0.0 %	
EMISIONES GLOBALES	61.8 B	87.7 C	29.6 %	



#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA 1

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

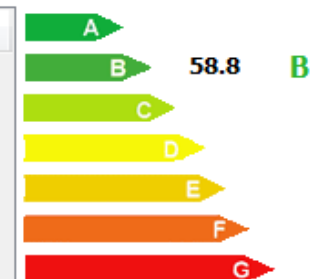
RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	75.3 G	83.4 G	9.7 %	
Demanda de refrigeración	14.6 C	42.5 E	65.6 %	
Emisiones de calefacción	27.2 D	36.0 E	24.3 %	
Emisiones de refrigeración	5.4 C	15.5 E	65.3 %	
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %	
Emisiones de iluminación	28.4 B	28.4 B	0.0 %	
EMISIONES GLOBALES	67.7 C	87.7 C	22.8 %	



#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA 2

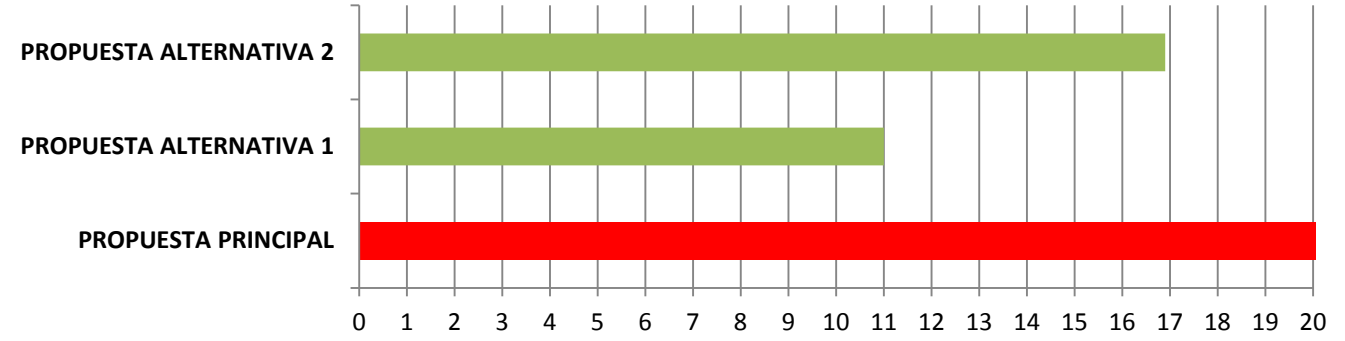
Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	75.3 G	83.4 G	9.7 %	
Demanda de refrigeración	14.6 C	42.5 E	65.6 %	
Emisiones de calefacción	18.4 C	36.0 E	49.0 %	
Emisiones de refrigeración	5.4 C	15.5 E	65.3 %	
Emisiones de ACS	0.0 A	0.0 A	0 %	
Emisiones de iluminación	28.4 B	28.4 B	0.0 %	
EMISIONES GLOBALES	58.8 B	87.7 C	32.9 %	

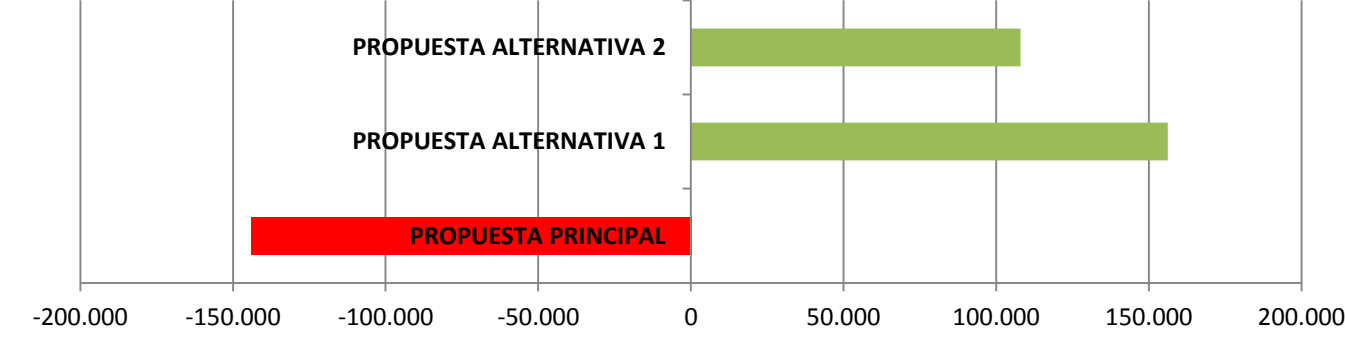


	AÑOS DE AMORTIZACIÓN	INVERSIÓN INICIAL [€]	INCREMENTO DE COSTE DE MANT. [€]	VALOR ACTUAL NETO [€]	AHORRO ANUAL MEDIO [€]
PROPUESTA PRINCIPAL	43,70	442.764,39	6.523,01	-144.092,80	18.395,64
PROPUESTA ALTERNATIVA 1	11,00	111.850,80	889,96	156.179,80	16.508,41
PROPUESTA ALTERNATIVA 2	16,90	180.556,89	2.284,28	107.926,30	17.768,12

AÑOS DE AMORTIZACIÓN DE LAS PROPUESTAS



VALOR ACTUAL NETO DE LAS PROPUESTAS





## CONCLUSIONES

La eficiencia energética de los edificios es clave en la batalla por la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero. Para alcanzar unos objetivos mínimos de eficiencia energética en los inmuebles no basta con establecer normativas que regulen las características de los edificios de nueva construcción, sino que es necesario fomentar la figura de la rehabilitación energética.

El certificado energético es un modo sencillo a través del cual los propietarios e inquilinos de los edificios pueden tener una visión orientativa de la eficiencia energética de sus edificios. Los técnicos certificadores han de esforzarse para que el informe incluya unas medidas de mejora de la eficiencia energética. Estas medidas deben servir para incentivar la rehabilitación energética de edificios, haciendo ver a los usuarios de los edificios el ahorro anual que ello supondría.

El programa informático CE3X y las demás herramientas aceptadas por el Gobierno de España para su uso en el proceso de certificación energética, sirven para tener unas nociones generales de la eficiencia energética de un edificio y qué supondría en ella la implementación de medidas de mejora. Sin embargo, a la hora de un análisis exhaustivo, existen otras herramientas informáticas no están ligadas al procedimiento de certificación energética de edificios. Estas herramientas, como pueden ser “EnergyPlus” o “Design Builder”, ofrecen la posibilidad de una introducción de datos mucho más exhaustiva. Con todo ello, obtienen unos resultados mucho más exactos y analizan muchas más variables.

En el análisis de las medidas de mejora para edificios existentes, debe haber como mínimo dos fases. Una primera con una introducción de datos menos exacta para reducir las posibilidades, y un posterior análisis exhaustivo. De la profundidad de análisis de estas hipótesis puede depender que una rehabilitación energética obtenga viabilidad económica o no.

Otro proceso determinante a la hora de obtener una calificación energética u otra, es la toma de datos. En el caso de edificios de nueva construcción resulta sencillo, pero la situación empeora cuando se trata de un edificio existente. Cuanto mayor sea la información obtenida sobre el edificio objeto, mejor será la calificación obtenida (ya que las características por defecto suelen ser perjudiciales) y mayor fiabilidad tendrán los resultados de las hipótesis de mejora propuestas. Este proceso, a medida que aumenta el tamaño del edificio y la complejidad de sus instalaciones, puede resultar la parte más laboriosa de todo el proceso de certificación. Además, generalmente, a mayor antigüedad del edificio, menor es la información recogida en el proyecto. Para reducir el tiempo de la toma de datos, es conveniente que el técnico certificador elabore unas fichas de recogida de datos tipo y que establezca una metodología ordenada de la toma de datos que facilite la organización.

La eficiencia energética de un edificio no depende solo de su envolvente térmica, instalaciones, y demás características constructivas, sino también de la zona climática, el uso del edificio, la orientación, el entorno, etc. Son muchas las posibilidades de mejora que se presentan en un edificio existente y su impacto dependerá mucho de las características del edificio en concreto. Si bien, un rasgo común en todas las certificaciones energéticas es que la presencia de calderas de biomasa mejora la calificación energética mucho con respecto a otros tipos de combustible.

Aunque el mayor objetivo de una rehabilitación energética ha de ser reducir sus emisiones globales, conviene que esta iniciativa medioambiental vaya acompañada de un ahorro económico para el propietario o, como mínimo, que se recupere la inversión inicial. Debido a ello, no sólo se deben proponer mejoras que busquen la mejora de la calificación energética, sino también que la inversión económica de la rehabilitación tenga unos tiempos de retorno que permitan obtener beneficio económico a corto o medio plazo.

## RECOMENDACIONES

Para cada uno de los edificios objeto de este trabajo se han propuesto tres conjuntos de mejoras analizados exhaustivamente, si bien solamente se ha desarrollado en profundidad una hipótesis en cada uno de ellos. En el caso de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, se recomienda seleccionar la “propuesta alternativa 1”, debido a que la inversión inicial es la mitad que en el caso de la propuesta principal, el tiempo de retorno de la inversión es menor, y la eficiencia energética es casi la misma. La “propuesta alternativa 2” todavía requiere una inversión menor y los años de la amortización simple son menos. Sin embargo, parece fundamental reducir la demanda energética de refrigeración en el edificio debido a la casi ausencia total de refrigeración en el mismo. Resumiendo, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, se recomienda la sustitución de las calderas por modelos con biomasa como combustible, y la instalación de láminas de control solar en las ventanas de cubierta, de fachada suroeste, y de fachada sureste.

Con lo que respecta al edificio Xoana Capdevielle, se recomienda seleccionar la “propuesta alternativa 1”. Los costes de inversión de la energía solar térmica y su alto coste de mantenimiento hacen inviable económicamente la propuesta principal. Aunque la eficiencia energética en el caso de la “propuesta alternativa 1” es mayor, no es recomendable llevar a cabo una rehabilitación energética con un VAN negativo. La “propuesta alternativa 2”, aunque obtiene una mejor calificación energética que la número 1 gracias a la biomasa, obtiene peores resultados económicos y no parece viable constructivamente. En conclusión, para el edificio Xoana Capdevielle, se recomienda la instalación de aislamiento por el exterior en los muros de fachada del aula de estudios, la instalación de láminas de control solar en las ventanas de cubierta, de fachada suroeste, y de fachada sureste, y la sustitución de la caldera de gasóleo por una caldera de condensación de gas natural.

Por último, también sería recomendable incluir sistemas de refrigeración en el aula de estudio de Xoana Capdevielle y en todo el edificio de la Escuela Técnica Superior. En este último caso, los equipos actuales y la falta de refrigeración en la mayor parte de la superficie útil habitable del edificio, reducen las posibilidades a la instalación de equipos de aire acondicionado en las estancias más necesitadas y/o frecuentadas. En el caso de Xoana Capdevielle, una posibilidad interesante sería sustituir la caldera de gasóleo por una bomba de calor y aprovechar el suelo radiante tanto para calefacción como para refrigeración. Incluso, sería posible aprovechar la instalación solar también para frío solar, sirviendo así de apoyo para refrigeración.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera agradecer a mi director del trabajo de fin de grado, D. José Antonio Álvarez Díaz, la oportunidad que me ha brindado para realizar un proyecto relacionado con la eficiencia energética de edificios, un tema que me atrae mucho y en el que espero seguir formándome en los próximos años. Agradecerle también, cómo no, su inestimable ayuda para la elaboración del mismo.

Gracias a mi familia (padres, hermanos y cuñados) que me ha ayudado en lo posible a lo largo de todos estos años de carrera, y ha confiado ciegamente en mí todo este tiempo. También agradecerse a mis sobrinos, Sergio y Raquel. Ellos no han estado presentes hasta hace bien poco, por lo que son el mayor regalo que he recibido durante estos años.

Gracias en particular a mi madre, quién me animó a comenzar esta carrera y que me ha seguido animando en los momentos en los que uno piensa en rendirse (y por los paquetes mensuales con comida que me hacían extrañar un poco menos mi casa, también).

También, gracias a mis compañeros de universidad, porque no hay mejor apoyo en los malos momentos que alguien que está pasando por lo mismo que tú. Y entre ellos, dárselas particularmente a Martín, que me ha servido como ejemplo de esfuerzo y dedicación, y me ha contagiado un poco de su pasión por la edificación.

Gracias a mi profesora de bachillerato Isa, la mejor profesora que he tenido. Si hay alguien a quién puedo agradecer estar hoy donde estoy, es a ella.

Gracias a mi pareja Jhoana, que me ha dado ánimos día tras día durante estos siete meses de elaboración del trabajo, y me ha ofrecido su ayuda una y otra vez.

Y en especial, gracias a mis amigos de toda la vida: Roberto, David, Borja, Marcos, Fran, Jorge, Roi, Isaac, José Abel, Adrián, Iván, Ángel y Diego. Estos años se han convertido en los mejores de mi vida gracias a su compañía. Con algunos llevo ya 22 años. He compartido prácticamente todo con ellos, y espero que así siga siendo por muchos años más.

Quiero dedicarle este trabajo a mi abuelo, con el que empecé este camino, pero con el que no he tenido la suerte de acabarlo. Él siempre me decía que estudiara, y que estaría muy orgulloso de que algún día yo fuera un arquitecto o un ingeniero. Ahora puede estarlo.

Gracias.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### SITIOS WEB

- [1] *3M: 3M en España* [sitio web]. Madrid: 3M España S.L., 2014 [consulta: 26 junio 2014]. Disponible en: [http://solutions.productos3m.es/wps/portal/3M/es\\_ES/EU2/Country/](http://solutions.productos3m.es/wps/portal/3M/es_ES/EU2/Country/)
- [2] *ACEEE. American Council for an Energy-Efficient Economy* [sitio web]. Washington: American Council for an Energy-Efficient Economy, 2014 [consulta: 19 julio 2014]. Disponible en: <http://aceee.org/>
- [3] *ADENE: Agência para a energia* [sitio web]. Algés: ADENE, 2014 [consulta: 3 febrero 2014]. Disponible en: <http://www2.adene.pt/pt-pt/LinksTop/Contactos/Paginas/Contactos.aspx/>
- [4] *Atmospheric Science Data Center* [sitio web]. Columbia: NASA, 2014 [consulta: 10 julio 2014]. Disponible en: <https://eosweb.larc.nasa.gov/>
- [5] *Banco mundial* [sitio web]. Washington: Sede central del Grupo del Banco Mundial, 2014 [consulta: 22 enero 2014]. Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/>
- [6] *Calendarios Laborales* [sitio web]. 2014 [consulta: 24 abril 2014]. Disponible en: <http://www.calendarioslaborales.com/calendario-laboral-la-coruna-2014.htm/>
- [7] *Código Técnico de la Edificación* [sitio web]. Madrid: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, CSIC para la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, 2014 [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/web/>
- [8] *DSP Solar* [sitio web]. Siero: Distribuciones Solares del Principado de Asturias, 2014 [consulta: 15 julio 2014]. Disponible en: <http://www.distribucionessolares.es/>
- [9] *ECODES. Cambio climático. Marco internacional: Protocolo de Kioto* [sitio web]. Zaragoza: ECODES, 2012 [consulta: 20 enero 2014]. Disponible en: <http://www.ecodes.org/>
- [10] *EFENERGÍA: eficiencia energética* [sitio web]. 2014 [consulta: 24 enero 2014]. Disponible en: <http://efenergia.com/efenergia/index.html/>
- [11] *Efinovatic* [sitio web]. 2014 [consulta: varias 2014]. Disponible en: <http://www.efinova.es/>
- [12] *Energy Star* [sitio web]. Washington: Energy Star, 2014 [consulta: 4 febrero 2014]. Disponible en: <http://www.energystar.gov/>
- [13] *Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UDC* [sitio web]. A Coruña: Universidade da Coruña, 2014 [consulta: varias 2014]. Disponible en: <http://caminos.udc.es/>
- [14] *European Commission* [sitio web]. Luxemburgo, 2014 [consulta: 21 enero 2014]. Disponible en: <http://ec.europa.eu/>
- [15] *Facebook* [sitio web]. Menlo Park: Facebook Inc., 2014 [consulta: varias 2014]. Disponible en: <https://www.facebook.com/>
- [16] *Generador de precios* [sitio web]. Alicante: CYPE Ingenieros S.A., 2014 [consulta: varias 2014]. Disponible en: <http://www.generadordeprecios.info/>
- [17] *Google* [sitio web]. Mountain View: Google Inc., 2014 [consulta: varias 2014]. Disponible en: <https://www.google.es/>
- [18] *Goolzoom* [sitio web]. Madrid: Sistema de Información Geográfica sobre Google Maps, 2014 [consulta: 12 febrero 2014]. Disponible en: <http://www.goolzoom.com/>
- [19] *IDAE: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía del Gobierno de España* [sitio web]. Madrid: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2014 [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <http://www.idae.es/>
- [20] *INE: Instituto Nacional de Estadística* [sitio web]. Madrid: Sede Central del Instituto Nacional de Estadística, 2014 [consulta: 30 junio 2014]. Disponible en: <http://www.ine.es/>
- [21] *INEGA: Instituto Enerxético de Galicia* [sitio web]. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia, 2014 [consulta: 24 junio 2014]. Disponible en: <http://www.inega.es/inega/>
- [22] *MIMOA: mi modern architecture* [sitio web]. Rotterdam, 2014 [consulta: 16 abril 2014]. Disponible en: <http://www.mimoa.eu/projects/Spain/A%20Coru%F1a/Xoana%20Capdevielle%20Building/>
- [23] *Ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno de España* [sitio web]. Madrid: Sede del Ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno de España, 2014 [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <http://www.minetur.gob.es/>
- [24] *Resnet: Residential Energy Services Network* [sitio web]. Estados Unidos, 2014 [consulta: 3 febrero 2014]. Disponible en: <http://www.resnet.us/hers-index/>
- [25] *Sede Electrónica del Catastro* [sitio web]. Madrid: Secretaría de Estado de Hacienda, Dirección General de Catastro, 2014 [consulta: 12 febrero 2014]. Disponible en: <http://www.sedecatastro.gob.es/>
- [26] *Solarline Renovables* [sitio web]. Paterna: Solarline Renovables, 2014 [consulta: 5 julio 2014]. Disponible en: <http://www.solarlinerenovables.com/es/>
- [27] *Twitter* [sitio web]. San Francisco: Twitter Inc., 2014 [consulta: varias 2014]. Disponible en: <https://twitter.com/>
- [28] *United Nations. Framework Convention on Climate Change: Información básica* [sitio web]. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas, 2014 [consulta: 20 enero 2014]. Disponible en: <http://unfccc.int/>
- [29] *Universidade da Coruña* [sitio web]. A Coruña: Universidade da Coruña, 2014 [consulta: varias 2014]. Disponible en: <http://www.udc.es/>
- [30] ALONSO ABELLÁ, Miguel. *Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos* [en línea]. Madrid: Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica, CIEMAT, 2005 [consulta: 19 julio 2014]. ISBN: 84-86913-12-8. Disponible en: [api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi.../componente45338.pdf/](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi.../componente45338.pdf/)
- [31] APARICIO RUIZ, Pablo; GUADIX MARTÍN, José; ONIEVA GIMÉNEZ, Luis. *Estudio de satisfacción del confort para la toma de decisiones* [en línea]. Cartagena: 5TH Internacional Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, XV Congreso de Ingeniería de Organización, 2011 [consulta: 25 febrero 2014]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3818345/>
- [32] ASIT. *Guía ASIT de la energía solar térmica* [en línea]. Madrid: Asociación Solar de la Industria Térmica, mayo 2010 [consulta: 12 julio 2014]. Disponible en: [http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Guia\\_Asit\\_de\\_la\\_energia\\_solar\\_termica.pdf/](http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Guia_Asit_de_la_energia_solar_termica.pdf/)
- [33] ATECOS: Asistente Técnico para la Construcción Sostenible. *Certificado CASBEE* [en línea]. ATECOS, 2014 [consulta: 4 febrero 2014]. Disponible en: <http://www.miliarium.com/Servicios/SolucionesATECOS.asp/>
- [34] AVEN. *Guía práctica de energía solar térmica* [en línea]. Valencia: Agencia Valenciana de la Energía, 2008 [consulta: 12 julio 2014]. Disponible en: [energia.ivace.es/attachments/guia\\_solar\\_termica\\_2009.pdf/](http://energia.ivace.es/attachments/guia_solar_termica_2009.pdf/)

### TESIS, TFG, MONOGRAFÍAS Y OTROS DOCUMENTOS DE DESCARGA EN LÍNEA

- [35] CANOSA VAAMONDE, David. *Análisis de la eficiencia energética e implantación de sistemas basados en energías renovables en el IES Salvador de Madariaga de A Coruña* [trabajo fin de carrera en CD-ROM]. José Antonio Álvarez Díaz, director. Universidade da Coruña, Escola Universitaria de Arquitectura Técnica.
- [36] CASADO, Natividad et al. *Formación de técnicos en medio-ambiente-edificación* [en línea]. Barcelona: Col·legi d'Arquitectes de Catalunya, 12 febrero 1997 [consulta: 19 junio 2014]. Disponible en: <http://www.coac.net/mediambient/Life/l3/l3220.htm>
- [37] DÍAZ, Tomás. *Instalaciones solares fotovoltaicas*, 1ª ed. [en línea]. 1 abril 2010 [consulta: 11 julio 2014]. ISBN: 8448171691. Disponible en: [www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf](http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf)
- [38] DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA VIVIENDA Y SUELO. *Documento divulgativo del DB-HE 2013* [en línea]. Madrid: Ministerio de Fomento, 2013 [consulta: 31 enero 2014] Disponible en: [http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentosadicionales/complementarios/texto\\_0002.html/](http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentosadicionales/complementarios/texto_0002.html/)
- [39] EUROPEAN COMMISSION. *EU Energy in figures: Statistical pocketbook* [en línea]. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2013 [consulta: 28 enero 2014]. ISBN 978-92-79-30194-0. Disponible en: [http://ec.europa.eu/energy/observatory/statistics/statistics\\_en.html/](http://ec.europa.eu/energy/observatory/statistics/statistics_en.html/)
- [40] GARCÍA ACEBRÁS, Marta. *Análisis de la eficiencia energética en un edificio de uso residencial* [trabajo fin de carrera en CD-ROM]. José Antonio Álvarez Díaz, director. Universidade da Coruña, Escola Universitaria de Arquitectura Técnica.
- [41] GARCÍA, Paulino; PALANCAR, Ernesto; RUIZ, Pilar. *Estudio sobre riegos laborales por exposición a la acción de agentes físicos (condiciones termohigrométricas), calidad del aire, síndrome del edificio enfermo y conocimientos de los planes de emergencia en centros de trabajo de Tragsatec en Madrid* [en línea]. Madrid: Sede Sindical Tragsatec, junio 2011[consulta: 25 febrero 2014]. Disponible en: <http://www.ugttec.es/secciones/salud-laboral/informes-y-estudios-en-prevencion-de-riesgos-laborales/>
- [42] GOBIERNO DE CANARIAS. *Guía técnica de aplicación para instalaciones de energías renovables: Instalaciones fotovoltaica* [en línea]. Islas Canarias: Conserjería de Industria Comercio y Nuevas Tecnologías, Gobierno de Canarias, 3 junio 2002 [consulta: 18 julio 2014]. Disponible en: [www.agenergia.org/files/.../1234263307\\_GuiaFotovoltaicaGobCan.pdf](http://www.agenergia.org/files/.../1234263307_GuiaFotovoltaicaGobCan.pdf)
- [43] IGLESIAS FERNÁNDEZ, Manuel Antón. *Análisis de la eficiencia energética en un edificio de uso residencial ubicado en la ciudad de Lugo* [trabajo fin de carrera en CD-ROM]. José Antonio Álvarez Díaz, director. Universidade da Coruña, Escola Universitaria de Arquitectura Técnica.
- [44] INSTITUTO CERDÁ. *Proyecto RehEnergía: Rehabilitación energética de edificios de viviendas* [en línea]. Madrid: Jornada de Rehabilitación energética en el Ministerio de Vivienda, 21 de mayo de 2008 [consulta: 25 enero 2014]. Disponible en: [http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fomento.gob.es%2FNR%2Frdonlyres%2FE211018F-40C5-411B-B2CB-EE951F97BC3A%2F98660%2FEViladomiu1.pdf&ei=ubK7U\\_CFHYS0AW4\\_oGACA&usq=AFQjCNERSo\\_Z49Ys-x1-f3MPFTbCiFhrSA&sig2=S9S2sUtpTFmPTWzrqNP0Jg&bvm=bv.70138588,d.d2k/](http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fomento.gob.es%2FNR%2Frdonlyres%2FE211018F-40C5-411B-B2CB-EE951F97BC3A%2F98660%2FEViladomiu1.pdf&ei=ubK7U_CFHYS0AW4_oGACA&usq=AFQjCNERSo_Z49Ys-x1-f3MPFTbCiFhrSA&sig2=S9S2sUtpTFmPTWzrqNP0Jg&bvm=bv.70138588,d.d2k/)
- [45] INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA. *Balances de energía final (1990-2012)* [en línea]. Madrid: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2014 [consulta: 27 enero 2014]. Disponible en: <http://www.idae.es/index.php/idpag.802/relcategoria.1368/relmenu.363/mod.pags/mem.detalle/>
- [46] INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA. *Boletín Estadístico de las Energías Renovables 2010* [en línea]. Madrid: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2011 [consulta: 26 enero 2014]. Disponible en: <http://www.idae.es/index.php/idpag.802/relcategoria.1368/relmenu.363/mod.pags/mem.detalle/>
- [47] INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA. Manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3X [en línea]. Madrid: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, julio 2012 [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/eficienciaenergetica/certificacionenergetica/documentosreconocidos/paginas/procedimientosimplificadosparaedificiosexistentes.aspx/>
- [48] INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA. Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X [en línea]. Madrid: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, julio 2012 [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/eficienciaenergetica/certificacionenergetica/documentosreconocidos/paginas/procedimientosimplificadosparaedificiosexistentes.aspx/>
- [49] PRATS VIÑAS, Lluís. *Dimensionado de sistemas fotovoltaicos* [en línea]. Barcelona: Departamento de Ingeniería Electrónica, Universitat Politècnica de Catalunya, mayo 2012 [consulta: 17 julio 2014]. Disponible en: [ocw.upc.edu/sites/.../4b.-dimensionado\\_sistema\\_fotovoltaico-4826.pdf/](http://ocw.upc.edu/sites/.../4b.-dimensionado_sistema_fotovoltaico-4826.pdf/)
- [50] RODRÍGUEZ ALONSO, Raquel. *La política de vivienda en España en el contexto europeo. Deudas y retos* [trabajo de investigación para tesis doctoral en línea]. Agustín HERNÁNDEZ AJA, director. Doctorado Periferias, Sostenibilidad y Vitalidad Urbana, Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, Universidad Politécnica de Madrid, 2009 [consulta: 20 enero 2014]. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n47/arrod.html/>
- [51] SOLE, Josep. *El Documento Básico HE Ahorro de Energía HE 1 Limitación de la demanda energética: Una lectura crítica comparada* [en línea]. Barcelona: AIPEX, 2014 [consulta: 1 febrero 2014]. Disponible en: <http://www.aipex.es/descargas.php?s=7&id=215/>

## ARTÍCULOS Y NOTICIAS EN LÍNEA, BLOGS Y FOROS

- [52] ¿Por qué en Portugal funciona la certificación energética de edificios? En: *La casa que ahorra.org* [en línea]. 31 octubre 2012 [consulta: 2 febrero 2014]. Disponible en: <http://www.lacasaqueahorra.org/actualidad/noticias/210-por-que-en-portugal-funciona-la-certificacion-energetica-de-edificios>
- [53] Análisis de cambios de los DB-HE del Código Técnico de la Edificación. En: *Autoconsumo321.com* [en línea]. 20 septiembre 2013 [consulta: 26 enero 2014]. Disponible en: <http://www.autoconsumo321.com/cambios-normativa-cte/>
- [54] Edificio energéticamente eficiente. *Wikipedia: la enciclopedia libre* [en línea] 18 febrero 2014 [consulta: 2 febrero 2014]. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Edificio\\_energ%C3%A9ticamente\\_eficiente/](http://es.wikipedia.org/wiki/Edificio_energ%C3%A9ticamente_eficiente/)
- [55] Energía solar fotovoltaica para autoconsumo, ¿es el momento? En: *En Naranja.com* [en línea]. 26 febrero 2013 [consulta: 1 julio 2014]. Disponible en: <http://www.ennaranja.com/para-ahorradores/energia-solar-fotovoltaica-para-autoconsumo-es-el-momento/>
- [56] EnerGuide. *Wikipedia: la enciclopedia libre* [en línea] 20 junio 2012 [consulta: 2 febrero 2014]. Disponible en: <http://en.wikipedia.org/wiki/EnerGuide/>
- [57] EQUIPO DE REDACCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES. Las renovables superan el 50% de la cobertura de la demanda en el primer semestre. En: *Energías renovables.com* [en línea]. 1 julio 2014 [consulta: 7 julio 2014]. Disponible en: <http://www.energias-renovables.com/articulo/las-renovables-superan-el-50-de-la-20140701/>
- [58] EUROPA PRESS. Alquiler Seguro: El 85% de los inmuebles no tiene el certificado de eficiencia energética. En: *El mundo.es* [en línea]. 30 junio 2014 [consulta: 6 julio 2014]. Disponible en: <http://www.elmundo.es/economia/2014/06/30/53b132a0e2704e8b368b4579.html/>
- [59] Hausbau Forum.com: *Gebäude erhalten Effizienzhaus-Gütesiegel* [foro de discusión] [consulta: 3 febrero 2014]. Disponible en: <http://www.forum-hausbau.de/gebaeude-erhalten-effizienzhaus-guetesiegel--1108--t.html/>



- [60] House Energy Rating. *Wikipedia: la enciclopedia libre* [en línea] 5 junio 2014 [consulta: 1 febrero 2014]. Disponible en: [http://en.wikipedia.org/wiki/House\\_Energy\\_Rating/](http://en.wikipedia.org/wiki/House_Energy_Rating/)
- [61] KAYLEE FINN. ¿Cómo calculo cuántos paneles solares necesito? Traducido por: Mayra Cabrera. En: *eHow en español.com* [en línea]. 20 enero 2014 [consulta: 27 junio 2014]. Disponible en: [http://www.ehowenespanol.com/calculo-cuantos-paneles-solares-necesito-como\\_168714/](http://www.ehowenespanol.com/calculo-cuantos-paneles-solares-necesito-como_168714/)
- [62] La implantación progresiva del Certificado de Eficiencia Energética de Edificios. En: *La casa que ahorra.org* [en línea]. 20 enero 2014 [consulta: 2 febrero 2014]. Disponible en: <http://www.lacasaqueahorra.org/actualidad/noticias/267-la-implantacion-progresiva-del-certificado-de-eficiencia-energetica-de-edificios/>
- [63] PHILIPPE COUSTEAU. Opinión: el planeta tiene grandes retos en la agenda de la sostenibilidad. En: *CNN México.com* [en línea]. 25 de junio de 2012 [consulta: 20 enero 2014]. Disponible en: <http://mexico.cnn.com/opinion/2012/06/25/opinion-el-planeta-tiene-grandes-retos-en-la-agenda-de-la-sostenibilidad/>
- [64] REDACCIÓN EFEVERDE. En búsqueda de soluciones económicas para eficiencia energética. En: *EFEverde.com* [en línea]. 27 junio 2014 [consulta: 6 julio 2014]. Disponible en: <http://www.efeverde.com/noticias/en-busqueda-de-soluciones-economicas-para-la-eficiencia-energetica/>
- [65] RODRÍGUEZ, Manuel. Modificaciones del Código Técnico de la Edificación en su DB HE ahorro de energía. En: *Canal Energía, Medio Ambiente y PRL: Revista INESEM.es* [en línea]. 24 septiembre 2013 [consulta: 27 enero 2014]. Disponible en: <http://revistadigital.inesem.es/energia-medioambiente-prl/modificaciones-nuevo-documento-ahorro-energia-he-cte/>
- [66] RODRÍGUEZ, Manuel. Nuevas modificaciones en el RITE introducidas por el RD 238/2013. En: *Canal Energía, Medio Ambiente y PRL: Revista INESEM.es* [en línea]. 15 abril 2013 [consulta: 27 enero 2014]. Disponible en: <http://revistadigital.inesem.es/energia-medioambiente-prl/nuevas-modificaciones-rite-rd-238-201/>
- [67] RUDOLPH, Michael. Los Estados Unidos se ubican al final de la primera calificación de eficiencia energética. Traducido por Consuelo Cardozo. En: *Mongabay.com* [en línea]. 29 noviembre 2012 [consulta: 17 enero 2014]. Disponible en: <http://es.mongabay.com/news/2012/es0815-rudolph-energy-efficiency-us.html/>
- [68] SANZ, Elena. El certificado energético cuesta hoy un 35% menos que hace un año. En: *El confidencial.com* [en línea]. 24 mayo 2014 [consulta: 7 julio 2014]. Disponible en: [http://www.elconfidencial.com/vivienda/2014-05-24/el-certificado-energetico-cuesta-hoy-un-35-menos-que-hace-un-ano\\_134699/](http://www.elconfidencial.com/vivienda/2014-05-24/el-certificado-energetico-cuesta-hoy-un-35-menos-que-hace-un-ano_134699/)
- [69] SEGUÍ, Pau. Informe del estado de la certificación energética por Comunidades Autónomas. En: *OVACEN.com* [en línea]. 30 junio 2014 [consulta: 7 julio 2014]. Disponible en: <http://ovacen.com/publicado-informe-estado-certificacion-energetica-comunidades-autonomas/>
- [70] SERRANO YUSTE, Paula. Actualización de programas oficiales para la certificación energética de edificios. En: *Certificados Energéticos.com* [en línea]. 5 mayo 2014 [consulta: 5 julio 2014]. Disponible en: <http://www.certificadosenergeticos.com/actualizacion-programas-oficiales-certificacion-energetica-edificios/>
- [71] SERRANO YUSTE, Paula. Como mejorar la envolvente térmica en la certificación energética. En: *Certificados Energéticos.com* [en línea]. 2 abril 2014 [consulta: 9 julio 2014]. Disponible en: <http://www.certificadosenergeticos.com/como-mejorar-envolvente-termica-certificacion-energetica-medidas-mejora-ce3x#comment-31780/>
- [72] SERRANO YUSTE, Paula. Tarifas oficiales de certificación energética de inmuebles. En: *Certificados Energéticos.com* [en línea]. 22 noviembre 2013 [consulta: 28 enero 2014]. Disponible en: <http://www.certificadosenergeticos.com/tarifas-certificacion-energetica-inmuebles/>
- [73] SOGORB, Carlos. Certificación Energética en distintos países de la Unión Europea. En: *Aye Certificaciones Energéticas.com* [en línea]. 13 febrero 2013 [consulta: 3 febrero 2014]. Disponible en: [http://www.ayecertificaciones.com/areatecnica/certificacion-energetica-en-distintos-paises-de-la-union-europea/?subscribe=success#blog\\_subscription-3/](http://www.ayecertificaciones.com/areatecnica/certificacion-energetica-en-distintos-paises-de-la-union-europea/?subscribe=success#blog_subscription-3/)
- [74] SOLE BONET, Josep. *Foros soloarquitectura.com*: Reducir demanda de refrigeración en climas cálidos [foro de discusión] [consulta: 14 julio 2014]. Disponible en: <http://www.soloarquitectura.com/foros/threads/reducir-demanda-de-refrigeracion-en-climas-calidos.70446/>
- [75] VOOGT, James A. Islas de Calor en Zonas Urbanas: Ciudades Más Calientes. En: *Action Bioscience.com* [en línea]. Diciembre 2008 [consulta: 3 febrero 2014]. Disponible en: <http://www.actionbioscience.org/esp/ambiente/voogt.html/>

## LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

- [76] España. Corrección de errores del Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. *Boletín Oficial del Estado*, 5 de septiembre de 2013, nº 213, p.64269-64269.
- [77] España. Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de la Ordenación de la Edificación. *Boletín Oficial del estado*, 6 de noviembre de 1999, nº 266, p. 38925-38934.
- [78] España. Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. *Boletín Oficial del Estado*, 12 de septiembre de 2013, nº 219, p.87137-87209.
- [79] España. Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020, aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de 11 de noviembre de 2011, estableciendo objetivos acordes con la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, y atendiendo a los mandatos del Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial y de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible. *IDAE*, 11 de noviembre de 2011.
- [80] España. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. *Boletín Oficial del Estado*, 13 de abril de 2013, nº 89, p. 27548-27562.
- [81] España. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, que establece las exigencias básicas que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecido en la Ley de Ordenación de la Edificación. *Boletín Oficial del Estado*, 28 de marzo de 2006, nº 74, p. 11816-11831.
- [82] España. Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, mediante el que se aprobó un Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. *Boletín Oficial del Estado*, 31 de enero de 2007, nº 27, p. 4499-4507.
- [83] España. Resolución de 25 de septiembre de 2013, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se publica la de 25 de junio de 2013, del Consejo de Administración del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, por la que se establecen las bases reguladoras y convocatoria del programa de ayudas para la rehabilitación energética de edificios existentes del sector residencial (uso vivienda y hotelero). *Boletín Oficial del Estado*, 1 de octubre de 2013, nº 235, p. 79433-79470.
- [84] España. Resolución de 7 de noviembre de 2013, de la Subsecretaría, por la que se aprueban las tarifas aplicables por la Sociedad Estatal de Gestión Inmobiliaria de Patrimonio, SA en los trabajos relativos a la certificación y auditoría energética de bienes inmuebles. *Boletín Oficial del Estado*, 19 de noviembre de 2013, nº 277, p. 92529-92533.



- [85] Unión Europea. Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 14 de noviembre de 2012, L 315/1.
- [86] Unión Europea. Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 4 de enero de 2003, L 1/65.
- [87] Unión Europea. Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 27 de abril de 2006, L 114/64.
- [88] Unión Europea. Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de edificios. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 18 de junio de 2010, L 153/13.

## BASES DE DATOS Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS

- [89] ADOBE SYSTEMS INCORPORATED. *Adobe Photoshop* [software] Versión CS4 (11.0.01) [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <http://www.adobe.com/support/downloads/detail.jsp?ftpID=4292/>
- [90] ADOBE SYSTEMS INCORPORATED. *Adobe Reader* [software] Versión XI (11.0.07) [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <https://get.adobe.com/es/reader/>
- [91] ADOBE SYSTEMS INCORPORATED. *Corel Draw* [software] Versión Graphics Suite X6 [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <http://coreldraw.softonic.com/>
- [92] AUTODESK INC. *Autodesk Autocad 2013* [software] Versión de Estudiantes [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <http://www.autodesk.com/education/free-software/students-university/popular/>
- [93] CÁLCULO SOLAR TÉRMICO. *Seris Enginyers* [hoja de cálculo] [consulta: 16 julio 2014]. Disponible en: <http://www.suelosolar.es/newsolares/newsol.asp?id=6474>
- [94] CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN. *Ingenierosindustriales.com* [hoja de cálculo] [consulta: 16 julio 2014]. Disponible en: <http://www.suelosolar.com/newsolares/newsol.asp?id=6478/>
- [95] CYPE INGENIEROS S.A. *CYPE 2013* [software] Versión 2013.p “After Hours” [consulta: varias en 2014]. Disponible en: [http://versiones.cype.es/after\\_hours.htm/](http://versiones.cype.es/after_hours.htm/)
- [96] CYPE INGENIEROS S.A. *CYPE 2014* [software] Versión 2014.n “Versión de evaluación” [consulta: varias en 2014]. Disponible en: [http://descargas.cype.es/2014/version\\_2014\\_n.htm/](http://descargas.cype.es/2014/version_2014_n.htm/)
- [97] CYPE INGENIEROS S.A. *CYPE 2015* [software] Versión 2015.b “Versión de evaluación” [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <http://descargas.cype.es/>
- [98] EFINOVATIC. *CE3X* [software] Versión 1.1. [consulta: varias en 2014].
- [99] EFINOVATIC. *CE3X* [software] Versión 1.3. [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <http://www.efinova.es/CE3X/3/>
- [100] MICROSOFT CORPORATION. *Microsoft Office Excel* [software] Versión 2007 [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <http://office.microsoft.com/es-es/support/introduccion-a-microsoft-office-2007-FX010105508.aspx/>
- [101] MICROSOFT CORPORATION. *Microsoft Office Word* [software] Versión 2007 [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <http://office.microsoft.com/es-es/support/introduccion-a-microsoft-office-2007-FX010105508.aspx/>
- [102] MOZILLA FOUNDATION. *Mozilla Firefox* [software] Versión 30.0. [consulta: varias en 2014]. Disponible en: <http://www.mozilla.org/en-US/firefox/all/>

## DOCUMENTACIÓN DE CURSOS REALIZADOS

- [103] *Experto en Certificación Energética de Edificios: Métodos de Cálculo y Opciones de Mejora de la Calificación* [en línea]. Zaragoza: Innotec Formación, mayo 2013 [consulta: varias en 2014].
- [104] GRANDÍO RODRÍGUEZ, José M. *Curso sobre certificación energética de edificios existentes* [en línea]. A Coruña: Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de A Coruña, octubre 2013 [consulta: varias en 2014].

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES CON FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Todas las tablas de datos sin indizar son de elaboración propia obtenidas a partir de resultados de la toma de datos y los cálculos de parámetros relacionados con la eficiencia energética.

BLOQUE I

Ilustración 1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1992 .....	8
Imagen descargada de [60]	
Ilustración 2. Tabla de consumo de energía final por región .....	8
Tabla de elaboración propia a partir de datos del documento	
Ilustración 3. Tabla de emisiones de dióxido de carbono por región.....	8
Tabla de elaboración propia a partir de datos de [39]	
Ilustración 4. Gráfico de procedencia de la energía consumida en la Unión Europea .....	8
Gráfico de elaboración propia a partir de datos de [39]	
Ilustración 5. Mapa mundial con la clasificación en materia de eficiencia energética elaborada por la ACEEE ....	9
Imagen descargada de [2]	
Ilustración 6. Gráfico de consumo energético español por sector en 2012 .....	9
Gráfico de elaboración propia a partir de datos de [45]	
Ilustración 7. Contribución renovable a la energía primaria en España en el año 2010 .....	10
Gráfico de elaboración propia a partir de datos de [45]	
Ilustración 8. Evolución del stock de viviendas en España.....	11
Gráfico de elaboración propia a partir de datos de [50]	
Ilustración 9. Resultados del Proyecto RehEnergía en porcentaje de ahorro del consumo total.....	11
Gráfico de elaboración propia a partir de datos de [44]	
Ilustración 10. Comparación de los espesores exigidos por el CTE con el nuevo Documento Básico según Josep Solé .....	12
Imagen tomada de [51]	
Ilustración 11. Ratios de consumo de energía en edificios tipo .....	13
Gráfico de elaboración propia a partir de [103]	
Ilustración 12. Tabla resumen normativas que regulan la certificación energética en España .....	14
Tabla de elaboración propia a partir de [62]	
Ilustración 13. Ejemplo de etiqueta energética .....	14
Elaboración propia a través de un complemento de [11]	

Ilustración 14. Honorarios para certificaciones energéticas de SEGIPSA.....	15
Tabla de elaboración propia a partir de [72]	
Ilustración 15. Número de edificios en el registro de certificados energéticos .....	15
Gráfico de elaboración propia a partir de [69]	
Ilustración 16. Calificación obtenida en edificios de nueva construcción .....	15
Gráfico de elaboración propia a partir de [69]	
Ilustración 17. Calificación obtenida en edificios existentes .....	15
Gráfico de elaboración propia a partir de [69]	
Ilustración 18. Escala de califiación francesa.....	16
Imagen descargada de [73]	
Ilustración 19. Placa de demanda energética muy reducida del organismo alemán DENA.....	16
Imagen descargada de [59]	
Ilustración 20. Modelo de calificación HERS.....	16
Imagen descargada de [24]	
Ilustración 21. Escala de calificación CASBEE .....	17
Imagen editada obtenida de [33]	

BLOQUE II

Los gráficos y tablas sin título de este bloque son de elaboración propia a partir de la documentación recogida en las fichas nº2 de dicho bloque.

Ilustración 1. Entrada por fachada noroeste de la ETS de Ingenieros de Caminos .....	19
Fotografía propia	
Ilustración 2. Situación de la ETS de Ingenieros de Caminos .....	19
Imagen de elaboración propia a partir de capturas en Google Maps, [17]	
Ilustración 3. Vista aérea de la ETS de Ingenieros de Caminos.....	19
Imagen descargada de Google Maps, [17]	
Ilustración 4. Zonas climáticas de España por capital de provincia según la última actualización del DB HE .....	24
Imagen de elaboración propia a partir de [78]	
Ilustración 5. Cálculo de orientaciones según el procedimiento CE3X.....	25
Elaboración propia con imagen obtenida de [103]	

Ilustración 6. La entrada de luz natural en la ETS de Caminos permite el desarrollo de actividades en su interior sin iluminación artificial..... 28

    Fotografía propia

Ilustración 7. Cuadro resumen de PT de la ETS de Ingenieros de Caminos ..... 29

    Elaboración propia con imágenes de [98]

Ilustración 8. Vista satélite del entorno del edificio e identificación de los edificios que le arrojan sombra ..... 29

    Elaboración propia a partir de captura en Google Maps, [17]

Ilustración 9. Instalaciones de calefacción de la ETS de Ingenieros de Caminos..... 33

    Elaboración propia a partir de fotografías propias y suministradas por el Servicio de Arquitectura, Urbanismo y Equipamientos de la UDC.

Ilustración 10. Captura del macro para Excel de el cálculo de horas de funcionamiento de CE3X..... 34

    Captura de macro de Excel suministrado por [103]

Ilustración 11. Vista de las dos fachadas de acceso al edificio Xoana Capdevielle ..... 36

    Fotografía propia

Ilustración 12. Situación del edificio Xoana Capdevielle ..... 36

    Imagen de elaboración propia a partir de capturas en Google Maps, [17]

Ilustración 13. Vista aérea del edificio Xoana Capdevielle ..... 36

    Imagen descargada de Google Maps, [17]

Ilustración 14. Cálculo de orientación del edificio Xoana Capdevielle por el procedimiento CE3X ..... 41

    Elaboración propia con imagen obtenida de [103]

Ilustración 15. Vista general de los huecos del aula de estudios ..... 44

    Imagen descargada de [22]

Ilustración 16. Cuadro resumen de los puentes térmicos de Xoana Capdevielle ..... 45

    Elaboración propia con imágenes de [98]

Ilustración 17. Chapa perforada que da sombra a los huecos de Xoana Capdevielle ..... 45

    Fotografía propia

Ilustración 18. Equipos de climatización de Xoana Capdevielle ..... 48

    Imagen elaborada con fotografías propias

Ilustración 19. Captura del macro para Excel de el cálculo de horas de funcionamiento de CE3X ..... 49

    Captura de macro de Excel suministrada por [103]

**BLOQUE III**

*Todas las imágenes son de elaboración propia a partir de los datos obtenidos en CE3X, a excepción de las etiquetas energéticas obtenidas en [12].*

**BLOQUE IV**

*Todos los elementos sin descripción posterior son capturas de pantalla de CE3X, [96].*

Ilustración 1. Efecto en la calificación energética del aumento del aislamiento térmico en las cubiertas ..... 60

Ilustración 2. Valores por defecto de los puentes térmicos al aplicar aislamiento por el exterior a las fachadas . 60

Ilustración 3. Efecto en la calificación energética del aumento del aislamiento térmico en fachadas..... 60

Ilustración 4. Efecto en la calificación energética de la mejora del factor solar de los huecos de cubierta ..... 61

Ilustración 5. Efecto en la calificación energética de la mejora del factor solar de los huecos de cubierta y de fachadas orientadas al sur ..... 61

Ilustración 6. Efecto en la calificación energética de la mejora del factor solar en todos los huecos..... 61

Ilustración 7. Efecto en la calificación energética de la mejora de la transmitancia de los huecos de fachada .... 61

Ilustración 8. Efecto en la calificación energética de la mejora de la transmitancia de los lucernarios..... 61

Ilustración 9. Efecto en la calificación energética de la mejora de la transmitancia de los marcos en fachadas .. 62

Ilustración 10. Efecto en la calificación energética de la mejora de la transmitancia de los marcos en cubierta.. 62

Ilustración 11. Efecto en la calificación energética del trasdosado de pilares ..... 62

Ilustración 12. Efecto en la calificación energética de la sustitución de las calderas por una caldera de condensación ..... 62

Ilustración 13. Efecto en la calificación energética de la renovación de las calderas con unas similares..... 63

Ilustración 14. Efecto en la calificación energética de la sustitución de las calderas por una caldera de biomasa ..... 63

Ilustración 15. Efecto en la calificación energética de la sustitución de las calderas por una bomba de calor de alta eficiencia energética ..... 63

Ilustración 16. Efecto en la calificación energética de contribuciones energéticas a la calefacción del 20% ..... 63

Ilustración 17. Efecto en la calificación energética de contribuciones energéticas a la electricidad ..... 63

Ilustración 18. Parámetros económicos introducidos para el cálculo del VAN ..... 64

Ilustración 19. Captura del programa CYPE para la introducción de datos generales en el generador de precios ..... 64

    Captura de [97]

Ilustración 20. Cálculo de pérdidas por orientación e inclinación según el DB HE..... 65

    Elaboración propia a partir de imagen de [81]



Ilustración 21. Mejora en la calificación energética orientativa con el conjunto de medidas seleccionado.....	68
Ilustración 22. Nuevo valor de los puentes térmicos mediante la adición de aislamiento por el exterior .....	69
Ilustración 23. Efecto en la calificación energética de la adición de aislamiento térmico en muros de fachada (e=4cm) .....	69
Ilustración 24. Efecto en la calificación energética de la adición de aislamiento térmico en muros de fachada (e=14cm) .....	69
Ilustración 25. Efecto en la mejora de la calificación energética de añadir aislamiento por el interior (e=4cm) ...	70
Ilustración 26. Efecto en la calificación energética de la adición de aislamiento térmico en suelos en contacto con el terreno.....	70
Ilustración 27. Efecto en la calificación energética de la adición de aislamiento en cubiertas (e=4cm).....	70
Ilustración 28. Efecto en la calificación energética de la mejora de la estanqueidad de los huecos .....	70
Ilustración 29. Efecto en la calificación energética de la sustitución de los marcos por unos con rotura de puente térmico de más de 12 mm.....	70
Ilustración 30. Efecto en la calificación energética de la mejora de la transmitancia de todos los huecos.....	71
Ilustración 31. Efecto en la calificación energética de la sustitución de los vidrios por unos de bajo factor solar en huecos de fachadas sur y cubierta .....	71
Ilustración 32. Efecto en la calificación energética de la sustitución de los vidrios por unos de bajo factor solar en huecos de fachadas sur .....	71
Ilustración 33. Efecto en la calificación energética de la sustitución de la caldera de gasóleo por una de condensación a gas natural .....	71
Ilustración 34. Efecto en la calificación energética de la sustitución de la caldera de gasóleo por una bomba de calor de caudal de refrigeración variable (COP=3,25) .....	71
Ilustración 35. Efecto en la calificación energética de la sustitución de la caldera de gasóleo por una de biomasa .....	71
Ilustración 36. Efecto en la mejora de la calificación energética de contribuciones energéticas mediante energía eléctrica .....	72
Ilustración 37. Efecto en la mejora de la calificación energética de contribuciones energéticas a la calefacción	72
Ilustración 38. Captura de la introducción de datos generales en el generador de precios de CYPE .....	72
Captura de [97]	
Ilustración 39. Cálculo de pérdidas por orientación e inclinación según el DB HE .....	73
Elaboración propia a partir de imagen de [81]	
Ilustración 40. Mejora en la calificación energética orientativa con el conjunto de medidas seleccionado.....	76

## BLOQUE V

***Todos los elementos sin descripción posterior son capturas de pantalla de CE3X, [96].***

Ilustración 1. Cálculo de pérdidas por orientación para el edificio según el método gráfico del CTE .....	80
Elaboración propia a partir de imagen de [81]	
Ilustración 2. Cálculo de distancia mínima entre paneles .....	80
Imagen extraída de [42]	
Ilustración 3. Esquema de la instalación fotovoltaica.....	82
Elaboración propia a partir de imágenes de los catálogos comerciales	
Ilustración 4. Mejora en la calificación energética de la propuesta alternativa 1 .....	94
Ilustración 5. Mejora en la calificación energética de la propuesta alternativa 2 .....	94
Ilustración 6. Cálculo de las pérdidas por orientación para el edificio por el método gráfico del CTE .....	99
Elaboración propia a partir de imagen de [81]	
Ilustración 7. Cálculo de la distancia mínima entre módulos .....	100
Imagen extraída de [34]	
Ilustración 8. Esquema de la instalación solar térmica .....	102
Elaboración propia a partir de imágenes de los catálogos comerciales	
Ilustración 9. Mejora en la calificación energética de la propuesta alternativa 1 .....	116
Ilustración 10. Mejora en la calificación energética de la propuesta alternativa 2 .....	117

## CONTENIDO DEL CD-ROM

- ❖ Desarrollo del trabajo fin de grado en versión PDF
- ❖ Archivos de la certificación de los edificios del programa CE3X
- ❖ Informes de los edificios generados por el programa CE3X
- ❖ Etiquetas energéticas de los edificios

## **ANEXO I: INFORMES GENERADOS POR LA HERRAMIENTA CE3X**



CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos		
Dirección	Campus Elviña, s/n		
Municipio	A Coruña	Código Postal	15008
Provincia	A Coruña	Comunidad Autónoma	Galicia
Zona climática	C1	Año construcción	1995
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	7882929NH4978S0001OR		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

- o Vivienda

  - o Unifamiliar
  - o Bloque
  - o Bloque completo
  - o Vivienda individual
- Terciario

  - Edificio completo
  - o Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	LEANDRO MARQUES DA SILVA	NIF	44657552Q
Razón social	-	CIF	-
Domicilio	Constitución		
Municipio	O BARCO	Código Postal	32300
Provincia	Ourense	Comunidad Autónoma	Galicia
e-mail	leandro.marques.arqtec@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente	ARQUITECTO TÉCNICO		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE³X v1.1		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 25/7/2014

Firma del técnico certificador

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.  
**Anexo II.** Calificación energética del edificio.  
**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.  
**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

Fecha 25/7/2014  
Ref. Catastral 7882929NH4978S0001OR

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	11403.28
--	----------



2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
CA-01 A	Cubierta	1538.29	0.40	Conocido
CA-01 B	Cubierta	764.24	0.40	Conocido
CA-01 C	Cubierta	215.25	0.40	Conocido
CA-02 A	Cubierta	29.64	0.69	Conocido
CA-02 B	Cubierta	29.64	0.69	Conocido
CA-02 C	Cubierta	29.64	0.69	Conocido
CA-02 D	Cubierta	29.64	0.69	Conocido
CA-02 E	Cubierta	29.64	0.69	Conocido
CA-02 F	Cubierta	29.64	0.69	Conocido
CA-02 G	Cubierta	29.64	0.69	Conocido
CA-02 H	Cubierta	29.64	0.69	Conocido
CA-02 I	Cubierta	29.64	0.69	Conocido
CA-02 J	Cubierta	29.64	0.69	Conocido
CA-02 K	Cubierta	29.64	0.69	Conocido
CA-02 L	Cubierta	29.64	0.69	Conocido
CA-02 M	Cubierta	37.65	0.69	Conocido
CA-02 N	Cubierta	37.65	0.69	Conocido
CA-02 O	Cubierta	37.65	0.69	Conocido
CA-02 P	Cubierta	37.65	0.69	Conocido
CA-02 Q	Cubierta	37.65	0.69	Conocido
CA-02 R	Cubierta	37.65	0.69	Conocido
CA-02 S	Cubierta	37.65	0.69	Conocido
CA-02 T	Cubierta	37.65	0.69	Conocido
CA-02 U	Cubierta	37.65	0.69	Conocido

Fecha 25/7/2014  
Ref. Catastral 7882929NH4978S0001OR

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
CA-02 V	Cubierta	37.65	0.69	Conocido
CA-02 W	Cubierta	37.65	0.69	Conocido
CA-02 X	Cubierta	37.65	0.69	Conocido
CA-03	Cubierta	292.56	0.60	Conocido
CA-04	Cubierta	504.79	0.38	Conocido
CA-05 A	Cubierta	206.48	1.40	Por defecto
CA-05 B	Cubierta	206.48	1.40	Por defecto
CA-01 D	Cubierta	323.11	0.40	Conocido
MT-01	Fachada	24.51	1.13	Estimado
MT-02	Fachada	32.48	1.85	Estimado
MF-01 A	Fachada	63.52	0.49	Conocido
MF-01 C	Fachada	152.71	0.49	Conocido
MF-02 A	Fachada	53.06	0.49	Conocido
MF-01 D	Fachada	152.71	0.49	Conocido
MF-01 E	Fachada	786.83	0.49	Conocido
MF-02 B	Fachada	42.23	0.49	Conocido
MF-04 A	Fachada	118.59	1.80	Por defecto
MF-04 B	Fachada	786.83	1.80	Por defecto
MF-01 B	Fachada	1077.62	0.49	Conocido
MF-01 F	Fachada	82.19	0.49	Conocido
MF-01 G	Fachada	786.83	0.49	Conocido
MF-01 H	Fachada	192.32	0.49	Conocido
MF-01 I	Fachada	93.47	0.49	Conocido
MF-01 J	Fachada	7.27	0.49	Conocido
MF-01 K	Fachada	102.3	0.49	Conocido
MF-01 L	Fachada	7.27	0.49	Conocido
MF-01 M	Fachada	82.19	0.49	Conocido
MF-02 C	Fachada	42.23	0.49	Conocido
MF-01 N	Fachada	121.6	0.49	Conocido
MF-02 D	Fachada	39.86	0.49	Conocido
MF-01 O	Fachada	99.69	0.49	Conocido
MF-02 E	Fachada	383.48	0.49	Conocido
MF-02 F	Fachada	383.48	0.49	Conocido
MF-03 A	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 B	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 C	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 D	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 E	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 F	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 G	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 H	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 I	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 J	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 K	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 L	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 M	Fachada	4.63	0.68	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
MF-03 N	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 O	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 P	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 Q	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 R	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 S	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 T	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 U	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 V	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 W	Fachada	4.63	0.68	Conocido
MF-03 X	Fachada	4.63	0.68	Conocido
PI-01 A	Partición Interior	286.52	2.17	Por defecto
PI-01 B	Partición Interior	81.46	2.17	Por defecto
PI-02	Partición Interior	908.76	0.92	Estimado
PV-01	Partición Interior	131.39	1.18	Estimado
PV-02	Partición Interior	51.0	1.34	Estimado
ST-01	Suelo	3173.00	0.30	Estimado
SA-01	Suelo	52.92	0.90	Conocido

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V-01 A	Hueco	21.5	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-01 B	Hueco	45.0	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-02	Hueco	178.0	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-03 A	Hueco	9.53	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-04	Hueco	5.42	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-05 A	Hueco	2.58	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-06	Hueco	22.18	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-07	Hueco	10.84	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-08 A	Hueco	233.25	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-03 B	Hueco	7.14	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-08 B	Hueco	66.5	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-08 C	Hueco	11.25	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-03 C	Hueco	2.38	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-09 A	Hueco	6.25	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-09 B	Hueco	10.94	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-05 B	Hueco	33.58	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-09 L	Hueco	93.75	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-10	Hueco	3.79	5.40	0.75	Conocido	Conocido
V-11	Hueco	10.6	5.40	0.75	Conocido	Conocido
V-13 A	Hueco	7.04	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-13 B	Hueco	7.04	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-14 A	Hueco	118.59	3.20	0.75	Conocido	Conocido
V-14 B	Hueco	786.83	3.20	0.75	Conocido	Conocido
P-01	Hueco	16.42	0.00	0.00	Conocido	Conocido



Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
P-02	Hueco	10.29	0.00	0.00	Conocido	Conocido
P-03	Hueco	5.47	5.40	0.75	Conocido	Conocido
P-04	Hueco	26.17	5.40	0.75	Conocido	Conocido
P-05 A	Hueco	2.5	0.00	0.00	Conocido	Conocido
P-05 B	Hueco	7.5	0.00	0.00	Conocido	Conocido
P-05 C	Hueco	5.0	0.00	0.00	Conocido	Conocido
P-06 A	Hueco	12.0	0.00	0.00	Conocido	Conocido
P-06 B	Hueco	12.0	0.00	0.00	Conocido	Conocido
P-07 A	Hueco	5.45	0.00	0.00	Conocido	Conocido
P-07 B	Hueco	21.8	0.00	0.00	Conocido	Conocido
P-08	Hueco	7.45	0.00	0.00	Conocido	Conocido
V-12	Hueco	16.15	3.20	0.75	Conocido	Conocido
L-01 A	Lucernario	206.48	6.50	0.74	Conocido	Conocido
L-01 B	Lucernario	206.48	6.50	0.74	Conocido	Conocido
L-03	Lucernario	13.56	5.70	0.82	Estimado	Estimado
L-02 A	Lucernario	29.64	3.60	0.76	Conocido	Conocido
L-02 B	Lucernario	29.64	3.60	0.76	Conocido	Conocido
L-02 C	Lucernario	29.64	3.60	0.76	Conocido	Conocido
L-02 D	Lucernario	29.64	3.60	0.76	Conocido	Conocido
L-02 E	Lucernario	29.64	3.60	0.76	Conocido	Conocido
L-02 F	Lucernario	29.64	3.60	0.76	Conocido	Conocido
L-02 G	Lucernario	29.64	3.60	0.76	Conocido	Conocido
L-02 H	Lucernario	29.64	3.60	0.76	Conocido	Conocido
L-02 I	Lucernario	29.64	3.60	0.76	Conocido	Conocido
L-02 J	Lucernario	29.64	3.60	0.76	Conocido	Conocido
L-02 K	Lucernario	29.64	3.60	0.76	Conocido	Conocido
L-02 L	Lucernario	29.64	3.60	0.76	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
CAL_01	Caldera Estándar	334.3	82.30	Gasóleo-C	Estimado
CAL_02	Caldera Estándar	475.1	82.80	Gasóleo-C	Estimado
CAL_03	Caldera Estándar	475.1	85.70	Gasóleo-C	Estimado
BC_01	Bomba de Calor		175.00	Electricidad	Estimado
BC_02	Bomba de Calor		169.90	Electricidad	Estimado
BC_03A	Bomba de Calor		84.70	Electricidad	Estimado
BC_03B	Bomba de Calor		84.70	Electricidad	Estimado
BC_03C	Bomba de Calor		84.70	Electricidad	Estimado
BC_03D	Bomba de Calor		84.70	Electricidad	Estimado
BC_04A	Bomba de Calor		84.70	Electricidad	Estimado
BC_04B	Bomba de Calor		84.70	Electricidad	Estimado
BC_04C	Bomba de Calor		84.70	Electricidad	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
AA_01A	Maquina frigorífica		162.50	Electricidad	Estimado
AA_01B	Maquina frigorífica		162.50	Electricidad	Estimado
AA_01C	Maquina frigorífica		162.50	Electricidad	Estimado
AA_01D	Maquina frigorífica		162.50	Electricidad	Estimado
AA_02A	Maquina frigorífica		110.30	Electricidad	Estimado
AA_02B	Maquina frigorífica		110.30	Electricidad	Estimado
BC_01	Bomba de Calor		172.80	Electricidad	Estimado
BC_02	Bomba de Calor		186.00	Electricidad	Estimado
BC_03A	Bomba de Calor		99.30	Electricidad	Estimado
BC_03B	Bomba de Calor		99.30	Electricidad	Estimado
BC_03C	Bomba de Calor		99.30	Electricidad	Estimado
BC_03D	Bomba de Calor		99.30	Electricidad	Estimado
BC_04A	Bomba de Calor		99.30	Electricidad	Estimado
BC_04B	Bomba de Calor		99.30	Electricidad	Estimado
BC_04C	Bomba de Calor		99.30	Electricidad	Estimado

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Unitermos (x6)	Velocidad constante	Calefacción	671.50
PC-1045 A	Velocidad Variable	Calefacción	170.70
PC-1045 B	Velocidad Variable	Calefacción	170.70
PC-1045 C	Velocidad Variable	Calefacción	170.70
PC-1045 D	Velocidad Variable	Calefacción	170.70
PC-1045 E	Velocidad Variable	Calefacción	170.70
PC-1045 F	Velocidad Variable	Calefacción	170.70
PC-1045 G	Velocidad Variable	Calefacción	170.70
PC-1045 H	Velocidad Variable	Calefacción	170.70
PC-1055 A	Velocidad Variable	Calefacción	162.70
PC-1055 B	Velocidad Variable	Calefacción	162.70
MC-1120 A	Velocidad Variable	Calefacción	1003.30
MC-1120 B	Velocidad Variable	Calefacción	1003.30
MC-1230 A	Velocidad Variable	Calefacción	1094.60
MC-1230 B	Velocidad Variable	Calefacción	1094.60
MC-1430 A	Velocidad Variable	Calefacción	1277.00
MC-1430 B	Velocidad Variable	Calefacción	1277.00
MC-1430 C	Velocidad Variable	Calefacción	1277.00
MC-1430 D	Velocidad Variable	Calefacción	1277.00



4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Zonas comunes	9.30	9.30	100.00	Conocido
Laboratorios y aulas	10.35	2.07	500.00	Conocido
Despachos y administrativo	11.14	2.23	500.00	Conocido
Almacenes y salas técnicas	6.17	2.06	300.00	Conocido
Otros	8.33	1.67	500.00	Conocido

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio	11403.28	Intensidad Media - 12h

ANEXO II  
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C1	Uso	Intensidad Media - 12h
----------------	----	-----	------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>&lt; 22.0A</div><div>22.0-35.8B</div><div>35.8-55.1C</div><div>55.1-71.7D</div><div>71.7-88.2E</div><div>88.2-110.2F</div><div>≥ 110.2G</div></div> <div>53.93 C</div>		CALEFACCIÓN	ACS		
			E		A
		Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		
		17.10	0.00		
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN		
			G		B
		Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
53.93	13.53	22.6			

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.


2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

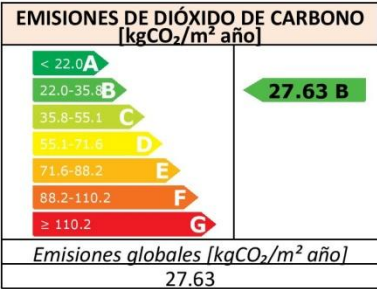
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div>&lt; 7.8 A</div><div>7.8-16.2 B</div><div>16.2-28.0 C</div><div>28.0-38.1 D</div><div>38.1-48.3 E</div><div>48.3-61.8 F</div><div>≥ 61.8 G</div></div>	<div>45.94 E</div>	<div><div>&lt; -0.7 A</div><div>-0.7-2.9 B</div><div>2.9-8.1 C</div><div>8.1-12.5 D</div><div>12.5-16.9 E</div><div>16.9-22.8 F</div><div>≥ 22.8 G</div></div>	<div>33.98 G</div>
Demanda global de calefacción [kWh/m² año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]	
45.94		33.98	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
 <b>213.1 C</b>		CALEFACCIÓN		ACS	
		1.34	E	0.0	A
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]		Energía primaria ACS [kWh/m² año]	
		64.95		0.00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		2.4	G	0.6	B
		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	
		213.10		54.40	

ANEXO III  
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

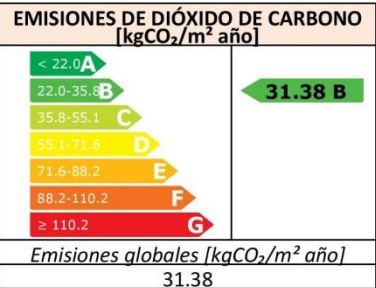


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total
Demanda [kWh/m² año]	54.87	F	13.26	E					
Diferencia con situación inicial	-8.9 (-19.4%)		20.7 (61.0%)						
Energía primaria [kWh/m² año]	67.91	E	21.24	C	0.00	A	91.07	B	183.49 C
Diferencia con situación inicial	-3.0 (-4.6%)		33.2 (61.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		29.6 (13.9%)
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m² año]	2.64	A	5.28	E	0.00	A	22.65	B	27.63 B
Diferencia con situación inicial	14.5 (84.6%)		8.2 (61.0%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.2%)		26.3 (48.8%)

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Conjunto de medidas de mejora cargado desde archivo: ETSCaminos_Rehabilitado.cex

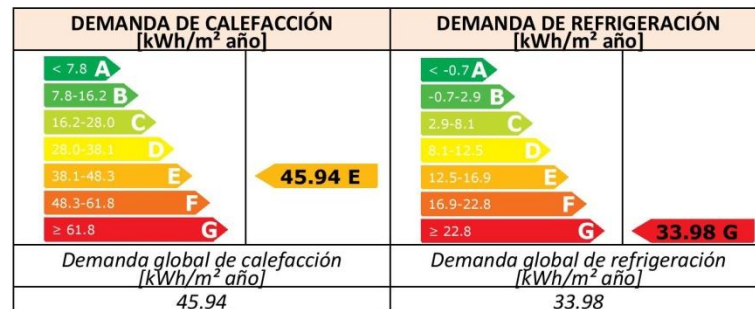
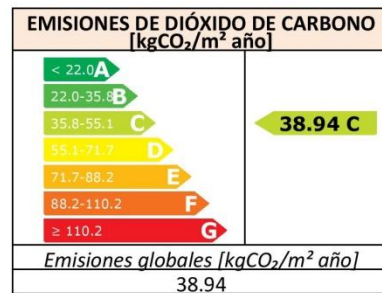


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total
Demanda [kWh/m² año]	54.87	F	13.26	E					
Diferencia con situación inicial	-8.9 (-19.4%)		20.7 (61.0%)						
Energía primaria [kWh/m² año]	67.91	E	21.24	C	0.00	A	91.07	B	183.49 C
Diferencia con situación inicial	-3.0 (-4.6%)		33.2 (61.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		29.6 (13.9%)
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m² año]	2.64	A	5.28	E	0.00	A	22.65	B	31.38 B
Diferencia con situación inicial	14.5 (84.6%)		8.2 (61.0%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.2%)		22.6 (41.8%)

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Conjunto de medidas de mejora cargado desde archivo: Reh_Caminos_Alt01.cex



## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m² año]	45.94	E	33.98	G						
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m² año]	56.87	D	54.40	G	0.00	A	91.07	B	204.59	C
Diferencia con situación inicial	8.1 (12.4%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		8.5 (4.0%)	
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m² año]	2.21	A	13.53	G	0.00	A	22.65	B	38.94	C
Diferencia con situación inicial	14.9 (87.1%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.2%)		15.0 (27.8%)	

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Conjunto de medidas de mejora cargado desde archivo: Reh_Caminos_Alt02.cex

**ANEXO IV**  
**PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO**  
**CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

## COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

El desarrollo de la toma de datos se incluye en el trabajo de fin de grado al que pertenece esta certificación.

## DOCUMENTACION ADJUNTA

Se adjuntan etiquetas energéticas y el trabajo fin de grado con el desarrollo del proceso de toma de datos para la certificación.



CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Xoana Capdevielle		
Dirección	As Carballeiras, 1		
Municipio	A Coruña	Código Postal	15008
Provincia	A Coruña	Comunidad Autónoma	Galicia
Zona climática	C1	Año construcción	2006
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	8282601NH4988S0001ZI		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

- o Vivienda

  - o Unifamiliar
  - o Bloque
    - o Bloque completo
    - o Vivienda individual
- Terciario

  - Edificio completo
  - o Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	LEANDRO MARQUES DA SILVA	NIF	44657552Q
Razón social	-	CIF	-
Domicilio	Constitución		
Municipio	O BARCO	Código Postal	32300
Provincia	Ourense	Comunidad Autónoma	Galicia
e-mail	leandro.marques.arqtec@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente	ARQUITECTO TÉCNICO		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE³X v1.1		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 25/7/2014

Firma del técnico certificador

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

Fecha 25/7/2014  
Ref. Catastral 8282601NH4988S0001ZI

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	3905.71
--	---------



2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
CA-01 A	Cubierta	314.64	0.73	Conocido
CA-01 B	Cubierta	331.92	0.73	Conocido
CA-01 C	Cubierta	316.08	0.73	Conocido
CA-01 D	Cubierta	331.92	0.73	Conocido
CA-01 E	Cubierta	316.08	0.73	Conocido
CA-02	Cubierta	305.54	1.38	Conocido
CA-03	Cubierta	301.03	0.59	Conocido
CA-04	Cubierta	326.44	0.72	Conocido
CA-05 A	Cubierta	13.55	0.65	Conocido
CA-05 B	Cubierta	38.59	0.65	Conocido
CA-06	Cubierta	6.92	2.05	Conocido
CA-07	Cubierta	109.94	1.06	Conocido
CA-08 A	Cubierta	34.59	1.40	Por defecto
CA-08 B	Cubierta	14.01	1.40	Por defecto
MT-01 A	Fachada	18.83	2.00	Por defecto
MT-01 B	Fachada	238.52	2.00	Por defecto
MT-01 C	Fachada	159.01	2.00	Por defecto
MF-01 A	Fachada	153.11	3.45	Conocido
MF-01 B	Fachada	49.99	3.45	Conocido
MF-02 A	Fachada	252.37	4.60	Conocido
MF-02 B	Fachada	117.48	4.60	Conocido
MF-03 A	Fachada	175.32	1.80	Por defecto
MF-03 B	Fachada	77.04	1.80	Por defecto
MF-03 C	Fachada	77.04	1.80	Por defecto

Fecha 25/7/2014  
Ref. Catastral 8282601NH4988S0001ZI

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
MF-03 D	Fachada	77.04	1.80	Por defecto
MF-03 E	Fachada	77.04	1.80	Por defecto
MF-03 F	Fachada	88.48	1.80	Por defecto
MF-03 G	Fachada	85.56	1.80	Por defecto
MF-01 C	Fachada	28.35	3.45	Conocido
MF-01 D	Fachada	37.06	1.80	Por defecto
MF-03 I	Fachada	12.21	1.80	Por defecto
MF-03 H	Fachada	85.22	1.80	Por defecto
MF-03 J	Fachada	17.49	1.80	Por defecto
MF-03 K	Fachada	9.81	1.80	Por defecto
MF-03 L	Fachada	130.02	1.80	Por defecto
MF-03 M	Fachada	22.77	1.80	Por defecto
MF-03 N	Fachada	1.55	1.80	Por defecto
MF-03 O	Fachada	20.48	1.80	Por defecto
MF-03 P	Fachada	6.1	1.80	Por defecto
MF-03 Q	Fachada	26.05	1.80	Por defecto
MF-03 R	Fachada	18.63	1.80	Por defecto
MF-03 S	Fachada	42.9	1.80	Por defecto
MF-03 T	Fachada	18.63	1.80	Por defecto
MF-03 U	Fachada	26.05	1.80	Por defecto
MF-03 V	Fachada	5.82	1.80	Por defecto
MF-03 W	Fachada	22.63	1.80	Por defecto
MF-03 X	Fachada	4.31	1.80	Por defecto
MF-03 Y	Fachada	22.31	1.80	Por defecto
MF-03 Z	Fachada	4.39	1.80	Por defecto
MF-03 A2	Fachada	19.21	1.80	Por defecto
MF-03 B2	Fachada	23.78	1.80	Por defecto
MF-03 C2	Fachada	70.47	1.80	Por defecto
MF-03 D2	Fachada	29.57	1.80	Por defecto
MF-03 E2	Fachada	8.77	1.80	Por defecto
MF-03 F2	Fachada	45.44	1.80	Por defecto
MF-03 G2	Fachada	80.39	1.80	Por defecto
MF-03 H2	Fachada	14.45	1.80	Por defecto
MF-02 C	Fachada	28.19	4.60	Conocido
MF-03 I2	Fachada	28.78	1.80	Por defecto
MF-03 J2	Fachada	4.31	1.80	Por defecto
MF-03 K2	Fachada	70.47	1.80	Por defecto
MF-03 L2	Fachada	18.4	1.80	Por defecto
MF-03 M2	Fachada	1.55	1.80	Por defecto
MF-03 N2	Fachada	12.64	1.80	Por defecto
MF-03 O2	Fachada	52.3	1.80	Por defecto
MF-03 P2	Fachada	36.1	1.80	Por defecto
PI-01 A	Partición Interior	1353.54	2.17	Por defecto
PI-01 B	Partición Interior	37.8	2.17	Por defecto
PV-01	Partición Interior	83.68	0.78	Estimado
PV-05	Partición Interior	14.03	1.30	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
PV-06	Partición Interior	21.98	0.64	Estimado
PV-02	Partición Interior	34.55	1.70	Estimado
PV-03	Partición Interior	278.3	0.78	Estimado
PV-04	Partición Interior	92.33	1.12	Estimado
ST-01	Suelo	1212.26	0.78	Estimado
SA-01	Suelo	6.92	2.44	Conocido
SA-02	Suelo	38.59	1.69	Conocido
SA-03	Suelo	48.93	2.37	Conocido

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V-01	Hueco	175.32	5.50	0.75	Conocido	Conocido
V-02 A	Hueco	77.04	5.50	0.75	Conocido	Conocido
V-02 B	Hueco	77.04	5.50	0.75	Conocido	Conocido
V-02 C	Hueco	77.04	5.50	0.75	Conocido	Conocido
V-02 D	Hueco	77.04	5.50	0.75	Conocido	Conocido
V-03	Hueco	16.78	5.50	0.75	Conocido	Conocido
V-04	Hueco	21.06	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-05	Hueco	1.81	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-06	Hueco	4.54	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-07	Hueco	2.33	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-08	Hueco	17.24	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-09	Hueco	2.79	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-10 A	Hueco	11.99	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-11	Hueco	2.07	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-12	Hueco	1.11	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-13	Hueco	2.58	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-14	Hueco	1.33	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-15 A	Hueco	14.02	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-16	Hueco	1.59	5.20	0.70	Conocido	Conocido
A-01 A	Hueco	9.4	0.00	0.00	Conocido	Conocido
V-17 A	Hueco	37.58	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-18 A	Hueco	1.57	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-19 A	Hueco	18.79	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-20 A	Hueco	17.23	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-21	Hueco	0.64	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-17 B	Hueco	7.92	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-20 B	Hueco	1.98	2.80	0.73	Conocido	Conocido
A-01 B	Hueco	1.98	0.00	0.00	Conocido	Conocido
V-22	Hueco	0.33	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-17 C	Hueco	47.52	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-18 B	Hueco	5.94	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-19 B	Hueco	43.56	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-20 C	Hueco	15.84	2.80	0.73	Conocido	Conocido
A-01 C	Hueco	14.85	0.00	0.00	Conocido	Conocido



Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V-23	Hueco	2.31	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-17 D	Hueco	7.92	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-18 C	Hueco	1.98	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-19 C	Hueco	3.96	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-20 D	Hueco	5.94	2.80	0.73	Conocido	Conocido
A-01 D	Hueco	2.97	0.00	0.00	Conocido	Conocido
V-24	Hueco	1.55	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-17 E	Hueco	37.58	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-18 D	Hueco	1.57	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-19 D	Hueco	18.79	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-20 E	Hueco	18.79	2.80	0.73	Conocido	Conocido
A-01 E	Hueco	10.89	0.00	0.00	Conocido	Conocido
V-25	Hueco	0.86	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-24 A	Hueco	10.86	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-25 A	Hueco	13.57	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-24 B	Hueco	17.16	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-25 B	Hueco	10.3	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-26 A	Hueco	2.64	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-25 C	Hueco	30.89	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-28	Hueco	6.26	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-29	Hueco	17.49	2.80	0.73	Conocido	Conocido
P-01	Hueco	9.81	2.80	0.73	Conocido	Conocido
P-02	Hueco	4.81	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-30	Hueco	26.05	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-31	Hueco	18.63	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-32	Hueco	27.53	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-33	Hueco	14.9	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-34	Hueco	22.64	2.80	0.73	Conocido	Conocido
P-03	Hueco	3.11	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-35	Hueco	5.82	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-36	Hueco	22.63	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-37	Hueco	4.31	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-38	Hueco	22.31	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-39	Hueco	3.56	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-40	Hueco	19.21	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-41	Hueco	23.78	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-42	Hueco	70.47	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-43	Hueco	29.57	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-44	Hueco	8.77	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-45	Hueco	45.44	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-46	Hueco	70.19	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-47	Hueco	6.6	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-10 B	Hueco	3.69	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-15 B	Hueco	1.4	5.20	0.70	Conocido	Conocido
V-48	Hueco	4.31	2.80	0.73	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V-49	Hueco	70.47	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-50	Hueco	18.4	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-51	Hueco	1.55	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-52	Hueco	12.64	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-53	Hueco	52.3	2.80	0.73	Conocido	Conocido
P-04	Hueco	3.66	2.80	0.73	Conocido	Conocido
V-54	Hueco	5.08	2.80	0.73	Conocido	Conocido
P-05	Hueco	3.73	2.80	0.73	Conocido	Conocido
L-01	Lucernario	2.69	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-02	Lucernario	1.8	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-03	Lucernario	2.66	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-04	Lucernario	1.8	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-05	Lucernario	1.79	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-06	Lucernario	1.78	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-07	Lucernario	5.38	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-08	Lucernario	4.77	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-09	Lucernario	4.8	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-10	Lucernario	4.73	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-11	Lucernario	9.45	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-12	Lucernario	2.45	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-13	Lucernario	4.7	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-14	Lucernario	4.86	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-15	Lucernario	2.44	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-16	Lucernario	4.88	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-17	Lucernario	9.54	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-18	Lucernario	9.89	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-19	Lucernario	9.39	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-20	Lucernario	4.77	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-21	Lucernario	4.8	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-22	Lucernario	9.38	6.60	0.75	Conocido	Conocido
L-23	Lucernario	4.8	6.60	0.75	Conocido	Conocido
P-06	Hueco	6.0	2.80	0.73	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
CAL-01	Caldera Estándar	210	86.20	Gasóleo-C	Estimado
BC-01	Bomba de Calor		143.70	Electricidad	Estimado
BC-02	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		328.80	Electricidad	Estimado



Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
BC-01	Bomba de Calor		196.20	Electricidad	Estimado
BC-02	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		284.80	Electricidad	Estimado

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
FAN-01-CAL	Velocidad constante	Calefacción	2047.60
FAN-02-CAL	Velocidad constante	Calefacción	655.20
FAN-03-CAL	Velocidad constante	Calefacción	650.40
FAN-04-CAL	Velocidad constante	Calefacción	91.50
FAN-05-CAL	Velocidad constante	Calefacción	127.70
FAN-06-CAL	Velocidad constante	Calefacción	440.80
FAN-01-REF	Velocidad constante	Refrigeración	547.40
FAN-02-REF	Velocidad constante	Refrigeración	175.20
FAN-03-REF	Velocidad constante	Refrigeración	173.90
FAN-04-REF	Velocidad constante	Refrigeración	24.50
FAN-05-REF	Velocidad constante	Refrigeración	34.10
FAN-06-REF	Velocidad constante	Refrigeración	117.90
V-UTA-01-REF	Velocidad constante	Refrigeración	2625.20
V-UTA-02-REF	Velocidad constante	Refrigeración	1968.90
V-UTA-03-REF	Velocidad constante	Refrigeración	3609.70
V-UTA-01-CAL	Velocidad constante	Calefacción	9817.20
V-UTA-02-CAL	Velocidad constante	Refrigeración	7362.90
V-UTA-03-CAL	Velocidad constante	Refrigeración	13498.60
B-01	Velocidad Variable	Calefacción	1760.00
B-02	Velocidad Variable	Calefacción	1760.00

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Despachos y administración	12.70	2.54	500.00	Conocido
Aulas de estudio	4.93	0.99	500.00	Conocido
Zonas comunes	10.53	10.53	100.00	Conocido
Almacenes y archivos	13.23	4.41	300.00	Conocido
Otros	19.33	3.87	500.00	Conocido

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio	3905.71	Intensidad Media - 16h

## ANEXO II

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

<b>Zona climática</b>	C1	<b>Uso</b>	Intensidad Media - 16h
-----------------------	----	------------	------------------------

## 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>&lt; 38.2 <b>A</b></div><div>38.2-62.1 <b>B</b></div><div>62.1-95.5 <b>C</b></div><div>95.5-124.2 <b>D</b></div><div>124.2-152.9 <b>E</b></div><div>152.9-191.1 <b>F</b></div><div>≥ 191.1 <b>G</b></div></div>	<div>87.72 <b>C</b></div>	CALEFACCIÓN		ACS	
		E		A	
Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]			
35.96		0.00			
REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		E		B	
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
87.72		15.46		28.4	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

## 2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<p>&lt; 5.8 <b>A</b></p> <p>5.8-12.2 <b>B</b></p> <p>12.2-21.0 <b>C</b></p> <p>21.0-28.6 <b>D</b></p> <p>28.6-36.2 <b>E</b></p> <p>36.2-46.3 <b>F</b></p> <p>≥ 46.3 <b>G</b></p>	<p><b>83.36 G</b></p>	<p>&lt; -2.0 <b>A</b></p> <p>-2.0-8.0 <b>B</b></p> <p>8.0-22.1 <b>C</b></p> <p>22.1-34.1 <b>D</b></p> <p>34.1-46.2 <b>E</b></p> <p>46.2-62.3 <b>F</b></p> <p>≥ 62.3 <b>G</b></p>	<p><b>42.52 E</b></p>
<p><b><i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i></b></p> <p>83.36</p>		<p><b><i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i></b></p> <p>42.52</p>	

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div> <div>&lt; 153 <b>A</b></div> <div>153.2-246 <b>B</b></div> <div>249.0-383.1 <b>C</b></div> <div>383.1-498.0 <b>D</b></div> <div>498.0-613.0 <b>E</b></div> <div>613.0-766.2 <b>F</b></div> <div>≥ 766.2 <b>G</b></div> </div>	346.65 <b>C</b>	CALEFACCIÓN		ACS	
		1.31	E	0.0	A
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]		Energía primaria ACS [kWh/m² año]	
		138.48		0.00	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		0.99	C	0.53	B
		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	
Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]					
346.65		62.19		114.25	

Fecha 25/7/2014  
Ref. Catastral 8282601NH4988S0001ZI

Página 9 de 13

### ANEXO III

#### RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
<div> <div>&lt; 38.2 A</div> <div>38.2-62.1 B</div> <div>62.1-95.5 C</div> <div>95.5-124.2 D</div> <div>124.2-152.9 E</div> <div>152.9-191.1 F</div> <div>≥ 191.1 G</div> </div>	<div>61.76 B</div>
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
61.76	

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]	
<div> <div>&lt; 5.8 A</div> <div>5.8-12.2 B</div> <div>12.2-21.0 C</div> <div>21.0-28.6 D</div> <div>28.6-36.2 E</div> <div>36.2-46.3 F</div> <div>≥ 46.3 G</div> </div>	75.28 G	<div> <div>&lt; -2.0 A</div> <div>-2.0-8.0 B</div> <div>8.0-22.1 C</div> <div>22.1-34.1 D</div> <div>34.1-46.2 E</div> <div>46.2-62.3 F</div> <div>≥ 62.3 G</div> </div>	14.63 C
Demanda global de calefacción [kWh/m² año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]	
75.28		14.63	

## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m² año]	75.28	G	14.63	C						
Diferencia con situación inicial	8.1 (9.7%)		27.9 (65.6%)							
Energía primaria [kWh/m² año]	87.58	C	21.59	A	0.00	A	114.25	B	253.24	C
Diferencia con situación inicial	50.9 (36.8%)		40.6 (65.3%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		93.4 (26.9%)	
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m² año]	20.57	C	5.37	C	0.00	A	28.41	B	61.76	B
Diferencia con situación inicial	15.4 (42.8%)		10.1 (65.3%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.0%)		26.0 (29.6%)	

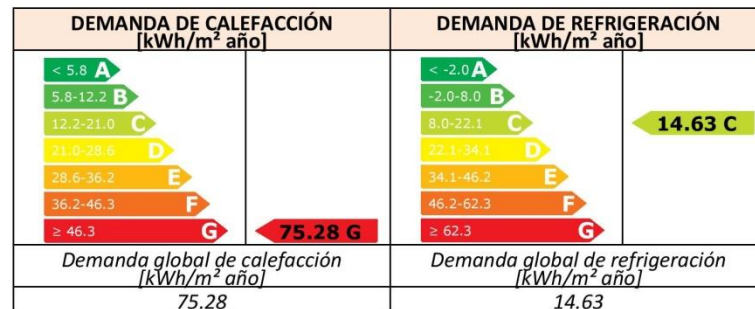
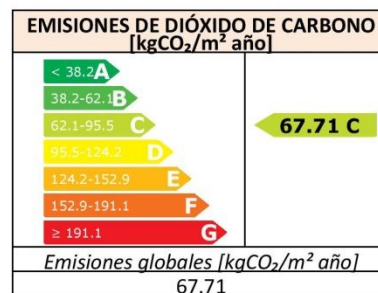
Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Conjunto de medidas de mejora cargado desde archivo: Reh_Capdevielle.cex

Fecha	25/7/2014
Ref. Catastral	8282601NH4988S0001ZI

Página 10 de 13



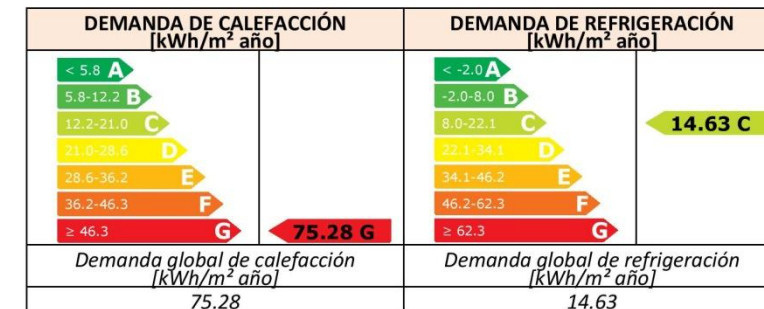
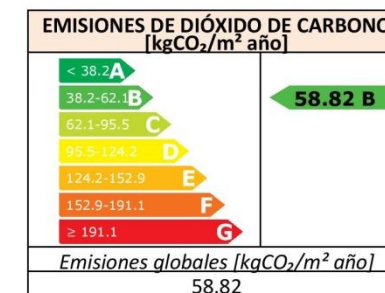


## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m² año]	75.28	G	14.63	C						
Diferencia con situación inicial	8.1 (9.7%)		27.9 (65.6%)							
Energía primaria [kWh/m² año]	115.92	D	21.59	A	0.00	A	114.25	B	278.71	C
Diferencia con situación inicial	22.6 (16.3%)		40.6 (65.3%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		67.9 (19.6%)	
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m² año]	27.23	D	5.37	C	0.00	A	28.41	B	67.71	C
Diferencia con situación inicial	8.7 (24.3%)		10.1 (65.3%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.0%)		20.0 (22.8%)	

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Conjunto de medidas de mejora cargado desde archivo: Reh_Capdevielle_Alt01.cex



## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m² año]	75.28	G	14.63	C						
Diferencia con situación inicial	8.1 (9.7%)		27.9 (65.6%)							
Energía primaria [kWh/m² año]	123.99	D	21.59	A	0.00	A	114.25	B	286.78	C
Diferencia con situación inicial	14.5 (10.5%)		40.6 (65.3%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		59.9 (17.3%)	
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m² año]	18.35	C	5.37	C	0.00	A	28.41	B	58.82	B
Diferencia con situación inicial	17.6 (49.0%)		10.1 (65.3%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.0%)		28.9 (32.9%)	

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Conjunto de medidas de mejora cargado desde archivo: Reh_Capdevielle_Alt02.cex



**ANEXO IV**  
**PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

El desarrollo de la toma de datos se incluye en el trabajo de fin de grado al que pertenece esta certificación.  
Los conjuntos de mejora definidos con el sufijo "viabilidad" son los usados para el cálculo económico de las mejoras.

DOCUMENTACION ADJUNTA

Se adjuntan etiquetas energéticas y el trabajo fin de grado con el desarrollo del proceso de toma de datos para la certificación.

**ANEXO II:  
FORMULARIO DE LAS  
ENCUESTAS REALIZADAS**

ENCUESTA SOBRE EL CONFORT TÉRMICO A LOS USUARIOS DEL EDIFICIO

SEXO-            Hombre ☐            Mujer ☐

EDAD-            <25 ☐    de 25 a 34 ☐    de 35 a 44 ☐    de 45 a 54 ☐    de 55 a 64 ☐    >64 ☐

Nº DE HORAS QUE PASA NORMALMENTE EN EL EDIFICIO    \_\_\_\_

POR FAVOR, MARQUE CON UNA X LAS SIGUIENTES PREGUNTAS SOBRE EL AMBIENTE INTERIOR DEL EDIFICIO

1.    En general, ¿se encuentra cómodo en el edificio?  
      No ☐            Más o menos ☐            Sí ☐

2.    Valore la sensación térmica  
      Mala ☐            Mejorable ☐            Agradable ☐            Muy buena ☐

3.    Defina la temperatura  
      Muy baja ☐            Algo baja ☐            Normal ☐            Alta ☐            Muy alta ☐

4.    En verano, le gustaría que la temperatura del recinto...  
      Disminuyera ☐            Se mantuviera ☐            Aumentara ☐

5.    Valore la calidad del aire  
      Mala ☐            Mejorable ☐            Agradable ☐            Muy buena ☐

6.    Defina la intensidad del olor  
      Sin olor ☐            Olor débil ☐            Olor fuerte ☐

7.    Defina el aire  
      Demasiado seco ☐    Fresco ☐            Normal ☐            Cargado ☐            Viciado ☐

8.    ¿Siente corrientes de aire?  
      No ☐            Sí, leves ☐            Sí, molestas ☐

9.    Normalmente la actividad que realiza en el edificio le...  
      Estrés ☐            Relaja ☐            Resulta normal ☐

10.   Marque si sufre alguno de estos síntomas al permanecer durante muchas horas en el edificio  
      Irritación de ojos ☐    Sequedad de garganta ☐    Dolor de cabeza ☐    Tos ☐    Fatiga ☐

11.   En su caso, al abandonar el lugar...  
      Persisten ☐            Remiten ☐            Mejoran ☐

12.   Defina la incidencia del sol  
      El sol apenas entra ☐    Es la adecuada ☐            El sol pega demasiado ☐



**ANEXO III:  
TABLAS Y FIGURAS DE  
NORMATIVA UTILIZADAS PARA  
LOS CÁLCULOS**

CATÁLOGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CTE. TABLA 3.15.

3.15.2 Acristalamientos incoloros

Acristalamientos incoloros											
Composición		Vidrios normales		1 Vidrio normal + 1 vidrio de baja emisividad <sup>(3)</sup>							
Tipo	Espesor (mm)	g <sub>⊥</sub>	ε = 0,89		g <sub>⊥</sub>	0,2 ≥ ε >0,1		0,1 ≥ ε >0,03		ε ≤ 0,03	
			U <sub>H,V</sub> Horiz (1) (4)	U <sub>H,V</sub> Vert (2) (4)		U <sub>H,V</sub> Horiz (1) (4)	U <sub>H,V</sub> Vert (2) (4)	U <sub>H,V</sub> Horiz (1) (4)	U <sub>H,V</sub> Vert (2) (4)	U <sub>H,V</sub> Horiz (1) (4)	U <sub>H,V</sub> Vert (2) (4)
			W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K		W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K	W/m <sup>2</sup> ·K
Vidrio sencillo	4	0,85	6,9	5,7	-	-	-	-	-	-	-
	6	0,83	6,8	5,7	-	-	-	-	-	-	-
	8	0,80	6,8	5,6	-	-	-	-	-	-	-
	10	0,78	6,7	5,6	-	-	-	-	-	-	-
	12	0,76	6,6	5,5	-	-	-	-	-	-	-
Vidrio Laminar <sup>(5)</sup>	3+3	0,80	6,8	5,6	-	-	-	-	-	-	-
	4+4	0,77	6,7	5,6	-	-	-	-	-	-	-
	5+5	0,75	6,6	5,5	-	-	-	-	-	-	-
	6+6	0,74	6,5	5,4	-	-	-	-	-	-	-
	8+8	0,70	6,3	5,3	-	-	-	-	-	-	-
	10+10	0,70	6,2	5,2	-	-	-	-	-	-	-
Unidades de vidrio aislante <sup>(6)</sup>	4-6-(4...10)	0,76	3,6	3,3	0,63	3,0	2,7	2,8	2,6	2,6	2,4
	4-9-(4...10)		3,4	3,0		2,7	2,3	2,5	2,1	1,9	
	4-12-(4...10)		3,4	2,8		2,6	2,0	2,4	1,8	1,6	
	4-15-(4...10)		3,4	2,7		2,6	1,8	2,4	1,6	1,4	
	4-20-(4...10)		3,3	2,7		2,5	1,8	2,3	1,6	1,4	
Unidades de vidrio aislante con vidrio laminar <sup>(5)(6)</sup>	4-6-(3+3...10+10)	0,73	3,6	3,2	0,55	2,9	2,7	2,8	2,5	2,6	2,4
	4-9-(3+3...10+10)		3,4	3,0		2,6	2,3	2,4	2,1	1,9	
	4-12-(3+3...10+10)		3,4	2,8		2,6	2,0	2,4	1,8	1,6	
	4-15-(3+3...10+10)		3,3	2,7		2,5	1,8	2,3	1,6	1,4	
	4-20-(3+3...10+10)		3,3	2,7		2,5	1,8	2,3	1,6	1,4	

<sup>(1)</sup> Se consideran vidrios en posición horizontal aquellos cuya inclinación sea menor que 60° respecto a la horizontal.

<sup>(2)</sup> Se consideran vidrios en vertical aquellos cuya inclinación sea mayor que 60° respecto a la horizontal.

<sup>(3)</sup> Para composiciones de doble acristalamiento con un vidrio de control solar se considerará un valor por defecto de factor solar, g<sub>L</sub>, comprendido entre 0,40-0,70.

<sup>(4)</sup> Los valores de transmitancia han sido calculados según la metodología de la norma UNE EN 673:1998 "Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica, U. Método de cálculo" y las normas UNE 673/A1:2001 y UNE-EN 673/A2:2003 "Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica (valor U). Método de cálculo."

<sup>(5)</sup> Los números separados por el símbolo + indican el espesor de los vidrios laminares con 1 butiral de 0,38 mm.

<sup>(6)</sup> Los números separados por **guiones** formando tres conjuntos indican el espesor de las unidades de vidrio aislante o doble acristalamiento. El primer número se refiere al espesor del vidrio, el segundo se refiere al espesor de la cámara y el último conjunto de números, que figuran entre **paréntesis**, indica el rango de espesores de vidrio considerados.

CTE DB-HE1 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.APÉNDICE A. FIGURA A.1.

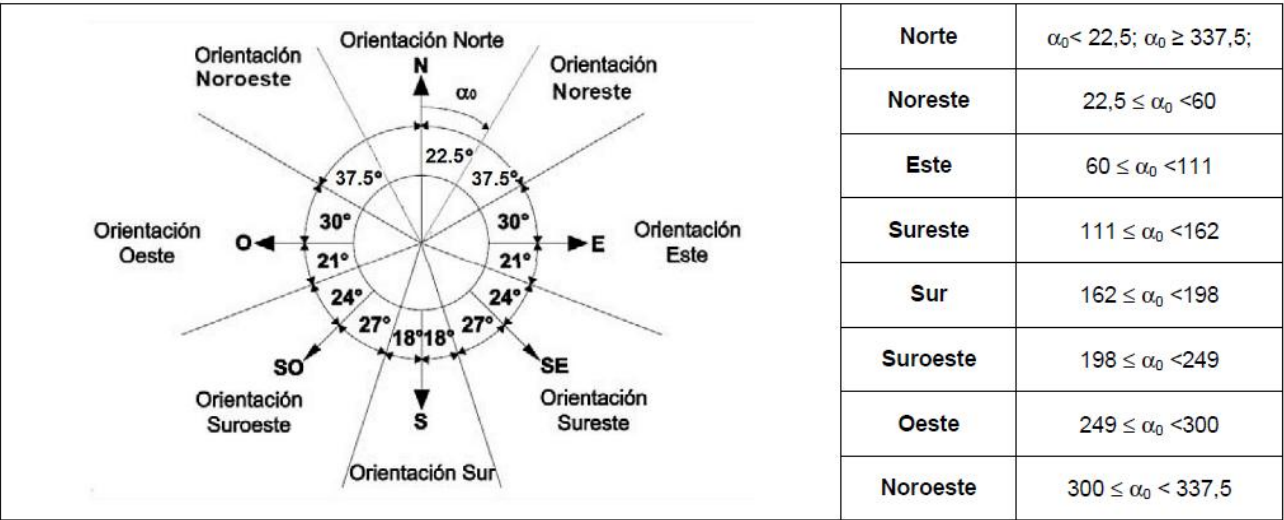


Figura A.1. Orientaciones de las Fachadas

CTE DB-HE1 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.APÉNDICE A. TABLA A.1.

Tabla A.1 Carga interna en función de la densidad de las fuentes internas

Carga interna	Densidad de las fuentes internas, C <sub>Fi</sub> [W/m <sup>2</sup> ]
Baja	< 6
Media	6 – 9
Alta	9 – 12
Muy alta	> 12

## CTE DB-HE1 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.APÉNDICE B. TABLAS B.1. Y B.2.

Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Ávila	E1	1054														h < 550	h < 850	h ≥ 850
Badajoz	C4	168									h < 400	h < 450			h ≥ 450			
Barcelona	C2	1											h < 250			h < 450	h < 750	h ≥ 750
Bilbao/Bilbo	C1	214												h < 250			h ≥ 250	
Burgos	E1	861															h < 600	h ≥ 600
Cáceres	C4	385									h < 600				h < 1050			h ≥ 1050
Cádiz	A3	0		h < 150				h < 450				h < 600	h < 850			h ≥ 850		
Castellón/Castelló	B3	18						h < 50				h < 500			h < 600	h < 1000		h ≥ 1000
Ceuta	B3	0						h < 50										
Ciudad Real	D3	630									h < 450	h < 500			h ≥ 500			
Córdoba	B4	113					h < 150				h < 550				h ≥ 550			
Coruña, La/ A Coruña	C1	0												h < 200			h ≥ 200	
Cuenca	D2	975													h < 800	h < 1050		h ≥ 1050
Gerona/Girona	D2	143											h < 100			h < 600		h ≥ 600
Granada	C3	754	h < 50				h < 350				h < 600	h < 800			h < 1300			h ≥ 1300
Guadalajara	D3	708													h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Huelva	A4	50	h < 50				h < 150	h < 350				h < 800						
Huesca	D2	432										h < 200			h < 400	h < 700		h ≥ 700
Jaén	C4	436					h < 350				h < 750				h < 1250			h ≥ 1250
León	E1	346																h < 1250
Lérida/Lleida	D3	131										h < 100			h < 600			h ≥ 600
Logroño	D2	379											h < 200			h < 700		h ≥ 700
Lugo	D1	412															h < 500	h ≥ 500
Madrid	D3	589										h < 500			h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Málaga	A3	0						h < 300				h < 700			h ≥ 700			
Melilla	A3	130																
Murcia	B3	25						h < 100				h < 550			h ≥ 550			
Orense/Ourense	D2	327										h < 150	h < 300			h < 800		h ≥ 800
Oviedo	D1	214												h < 50			h < 550	h ≥ 550
Palencia	D1	722															h < 800	h ≥ 800
Palma de Mallorca	B3	1					h < 250					h ≥ 250						
Pamplona/Iruña	D1	456											h < 100			h < 300	h < 600	h ≥ 600
Pontevedra	C1	77												h < 350			h ≥ 350	
Salamanca	D2	770														h < 800		h ≥ 800
San Sebastián/Donostia	D1	5															h < 400	h ≥ 400
Santander	C1	1												h < 150			h < 650	h ≥ 650
Segovia	D2	1013																
Sevilla	B4	9					h < 200				h ≥ 200					h < 1000		h ≥ 1000
Soria	E1	984														h < 750	h < 800	h ≥ 800
Tarragona	B3	1						h < 50				h < 500			h ≥ 500			
Teruel	D2	995										h < 450	h < 500			h < 1000		h ≥ 1000
Toledo	C4	445									h < 500				h ≥ 500			
Valencia/València	B3	8						h < 50				h < 500				h < 950		h ≥ 950
Valladolid	D2	704														h < 800		h ≥ 800
Vitoria/Gasteiz	D1	512															h < 500	h ≥ 500
Zamora	D2	617														h < 800		h ≥ 800
Zaragoza	D3	207										h < 200			h < 650			h ≥ 650
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1

Tabla B.2.- Zonas climáticas de las Islas Canarias

Zonas climáticas Canarias						
Capital	Z.C.	Altitud	α3	A2	B2	C2
Palmas de Gran Canaria, Las	α3	114	h < 350	h < 750	h < 1000	h ≥ 1000
Santa Cruz de Tenerife	α3	0	h < 350	h < 750	h < 1000	h ≥ 1000

## CTE DB-HE1 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.APÉNDICE C. PERFIL DE USO DE 12 H

USO NO RESIDENCIAL: 12 h	BAJA			MEDIA			ALTA		
	1-6	7-14	17-20	1-6	7-14	17-20	1-6	7-14	17-21
	15-16			15-16			15-16		
	21-24			21-24			21-24		
<b>Temp Consigna Alta (°C)</b>									
Laboral y Sábado	—	25	25	—	25	25	—	25	25
Festivo	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Temp Consigna Baja (°C)</b>									
Laboral y Sábado	—	20	20	—	20	20	—	20	20
Festivo	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Ocupación sensible (W/m²)</b>									
Laboral	0	2,00	2,00	0	6,00	6,00	0	10,00	10,00
Sábado	0	2,00	0	0	6,00	0	0	10,00	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ocupación latente (W/m²)</b>									
Laboral	0	1,26	1,26	0	3,79	3,79	0	6,31	6,31
Sábado	0	1,26	0	0	3,79	0	0	6,31	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Iluminación (%)</b>									
Laboral	0	100	100	0	100	100	0	100	100
Sábado	0	100	0	0	100	0	0	100	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Equipos (W/m²)</b>									
Laboral	0	1,50	1,50	0	4,50	4,50	0	7,50	7,50
Sábado	0	1,50	0	0	4,50	0	0	7,50	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ventilación (%)</b>									
Laboral	0	100	100	0	100	100	0	100	100
Sábado	0	100	0	0	100	0	0	100	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0



## CTE DB-HE1 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA. APÉNDICE C. PERFIL DE USO DE 16 H

USO NO RESIDENCIAL: 16 h									
	BAJA			MEDIA			ALTA		
	1-6 23-24	7-14	15-22	1-6 23-24	7-14	15-22	1-6 23-24	7-14	15-22
<b>Temp Consigna Alta (°C)</b>									
Laboral y Sábado	–	25	25	–	25	25	–	25	25
Festivo	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Temp Consigna Baja (°C)</b>									
Laboral y Sábado	–	20	20	–	20	20	–	20	20
Festivo	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Ocupación sensible (W/m²)</b>									
Laboral	0	2,00	2,00	0	6,00	6,00	0	10,00	10,00
Sábado	0	2,00	0	0	6,00	0	0	10,00	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ocupación latente (W/m²)</b>									
Laboral	0	1,26	1,26	0	3,79	3,79	0	6,31	6,31
Sábado	0	1,26	0	0	3,79	0	0	6,31	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Iluminación (%)</b>									
Laboral	0	100	100	0	100	100	0	100	100
Sábado	0	100	0	0	100	0	0	100	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Equipos (W/m²)</b>									
Laboral	0	1,50	1,50	0	4,50	4,50	0	7,50	7,50
Sábado	0	1,50	0	0	4,50	0	0	7,50	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ventilación (%)</b>									
Laboral	0	100	100	0	100	100	0	100	100
Sábado	0	100	0	0	100	0	0	100	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## DOCUMENTO DE APOYO DEL DB-HE: CÁLCULO DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS. TABLAS 6, 7 Y 8

Tabla 6 Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en m²K/W

Posición de la partición interior y sentido del flujo de calor	R <sub>se</sub>	R <sub>si</sub>
Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal	0,13	0,13
Particiones interiores horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo)	0,10	0,10
Particiones interiores horizontales y flujo descendente (Suelo)	0,17	0,17

Tabla 7 Coeficiente de reducción de temperatura b

A <sub>h-nh</sub> /A <sub>nh-e</sub>	No aislado <sub>nh-e</sub> -Aislado <sub>h-nh</sub>		No aislado <sub>nh-e</sub> -No aislado <sub>h-nh</sub>		Aislado <sub>nh-e</sub> -No aislado <sub>h-nh</sub>	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0,25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0,25 ≤ 0,50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0,50 ≤ 0,75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0,75 ≤ 1,00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1,00 ≤ 1,25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1,25 ≤ 2,00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2,00 ≤ 2,50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2,50 ≤ 3,00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3,00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Tabla 8 Tasa de renovación de aire entre espacios no habitables y el exterior (h⁻¹)

Nivel de estanqueidad	h⁻¹
Ni puertas, ni ventanas, ni aberturas de ventilación	0
Todos los componentes sellados, sin aberturas de ventilación	0,5
Todos los componentes bien sellados, pequeñas aberturas de ventilación	1
Poco estanco, a causa de juntas abiertas o presencia de aberturas de ventilación permanentes	5
Poco estanco, con numerosas juntas abiertas o aberturas de ventilación permanentes grandes o numerosas	10

**ANEXO IV: TABLAS DE  
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE  
MATERIALES, EQUIPOS Y  
SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS**

## 1. FICHAS TÉCNICAS PARA LA TOMA DE DATOS



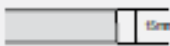


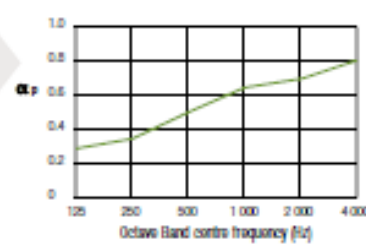





### 1.1. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

#### 1.1.1. MATERIALES

##### 1.1.1.1. Lámina aislante Fonpex

Tipo	3 mm	5 mm	10 mm
Color	Blanco		
Densidad (kg/m <sup>3</sup> ) ISO 845	20±5	20±5	30±5
Absorción de agua (kg/m <sup>2</sup> ) UNE-EN 826	0,0025	0,0057	0,0195
Permeabilidad al vapor de agua UNE-EN 12086 (mg/m h Pa)	3,98x10 <sup>-4</sup>	8,10x10 <sup>-4</sup>	8,53x10 <sup>-4</sup>
Conductividad térmica (21°C) UNE 92202 (Kcal/hm°C)	--	--	0,037
Aislamiento Acústico ISO-EN 140-8 (dB)	16	20	19
Resistencia a la compresión UNE-EN 826 (K/Pa)	6,92	7,81	12,64
Temperatura máxima de trabajo (°C)	-80/+80	-80/+80	-80/+80

#### 1.1.1.2. Falso techo Armstrong Cortega

CORTEGA	BOARD	TEGULAR																		
	 Prelude XL <sup>2</sup> /TLX 24 mm	 Prelude XL <sup>2</sup> /TLX 24 mm																		
																				
600 x 600 x 15 mm	0770 M	0704 M																		
600 x 1200 x 15 mm	0769 M																			
<div><div><table><tr><th>α<sub>w</sub></th><th>NRC</th><th>125</th><th>250</th><th>500</th><th>1000</th><th>2000</th><th>4000</th><th>Hz</th></tr><tr><td>0.55(H)</td><td>0.55</td><td>0.30</td><td>0.35</td><td>0.50</td><td>0.65</td><td>0.70</td><td>0.80</td><td>α<sub>p</sub></td></tr></table><p>Sound Absorption Class = D</p></div><div></div></div>			α <sub>w</sub>	NRC	125	250	500	1000	2000	4000	Hz	0.55(H)	0.55	0.30	0.35	0.50	0.65	0.70	0.80	α <sub>p</sub>
α <sub>w</sub>	NRC	125	250	500	1000	2000	4000	Hz												
0.55(H)	0.55	0.30	0.35	0.50	0.65	0.70	0.80	α <sub>p</sub>												
<div><div><p>D<sub>ncw</sub> 36 dB</p></div><div><p>EEA Euroclass A2-s1, d0</p></div></div> <div><p>RUS KM1 (G1, V1, D1, T1) FZ 123</p></div>																				
<div><div><p>λ = 0.05 W/m K</p></div><div><p>70 % RH</p></div><div><p>≈ 3.5 kg/m<sup>2</sup></p></div></div>																				



## 1.1.1.3. Aislamiento térmico Roofmate SL

Marca comercial: ROOFMATE SL-A  
Trade mark:

Conductividad térmica (W/mK)	Esesor (mm)	Resistencia térmica (m²K/W)	Reacción al fuego	Código de designación
Thermal conductivity (W/mK)	Thickness (mm)	Thermal resistance (m²K/W)	Reaction to fire	Designation code
0,035	30	0,85	E	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)300-WL(T)0,7-WD(V)3-FT2
0,035	40	1,15	E	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)300-WL(T)0,7-WD(V)3-FT2
0,035	50	1,40	E	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)300-WL(T)0,7-WD(V)3-FT2
0,035	60	1,70	E	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)300-WL(T)0,7-WD(V)3-FT2
0,035	70	2,00	E	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)300-WL(T)0,7-WD(V)3-FT2
0,035	80	2,30	E	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)300-WL(T)0,7-WD(V)3-FT2

## 1.1.1.4. Aislamiento térmico Wallmate CW

Marca comercial: WALLMATE CW-A  
Trade mark:

Conductividad térmica (W/mK)	Esesor (mm)	Resistencia térmica (m²K/W)	Reacción al fuego	Código de designación
Thermal conductivity (W/mK)	Thickness (mm)	Thermal resistance (m²K/W)	Reaction to fire	Designation code
0,035	30	0,85	E	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)200
0,035	40	1,15	E	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)200
0,035	50	1,40	E	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)200
0,035	60	1,70	E	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)200
0,035	70	2,00	E	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)200
0,035	80	2,30	E	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)200

## 1.1.2. EQUIPOS

## 1.1.2.1. Unitermos UL-G

Modelos	Alicatar A(*)	Empotrar A(*)	B	C	D	E	Capacidad agua l.	Peso aprox. Kg	Caudal aire m³/h	Conexiones	Velocidad nominal r.p.m.	Tensión V Trifásica	Potencia absorbida kW	Intensidad absorbida A
UL-210 G	546	446	495	516	515	445	1,3	15	1.350	1"	1.400	230/400	0,08	0,65 / 0,38
UL-212 G	564	464	495	596	515	445	1,5	17	1.900	1"	1.400	230/400	0,10	0,64 / 0,37
UL-214 G	573	473	573	573	515	523	2,1	20	2.750	1"	1.400	230/400	0,10	0,64 / 0,37
UL-215 G	610	510	750	750	569	699	3,4	28	4.140	1 1/4"	1.400	230/400	0,18	1,80 / 1,04
UL-217 G	626	526	924	924	578	874	4,5	33	5.180	1 1/4"	1.400	230/400	0,18	1,80 / 1,04

## 1.1.2.2. Bombas Duba Baxi Roca PC 1045 Y 1055

MODELO	Motor (datos eléctricos)						Nº posiciones selector velocidad	Condensador (incluido)µF(*)
	Tensión	Velocidad	Potencia absorbida	Intensidad nominal A(*)				
	V	r.p.m. [*]	máx. W [*]	220-230 V	380-400 V			
QUANTUM-50	monof. 220-230	1.800-4.800	18-310	0,17-1,37	-	-	-	
QUANTUM-65	monof. 220-230	1.800-4.600	21-620	0,16-2,70	-	-	-	
PC MASTER 1025	monof. 220-230	950-1.850	99	0,40	-	-	2,6 x 400	
PC 1025	monof. 230	1.050-1.450-1.950	35-35-35	0,38	-	3	2,6 x 400	
PC 1035	monof. 230	1.150-1.650-2.250	47-47-47	0,42	-	3	2 x 400	
PC 1045	monof. 230	1.350-1.950-2.420	115-165-205	1,0	-	3	5 x 400	
PC 1055	monof. 230	1.710-2.340-2.660	110-150-180	0,85	-	3	5 x 400	
PC 1065	monof. 230	1.100-1.480-2.160	130-200-245	1,20	-	3	5 x 400	
MC 50 II	monof. 220-230	2.600	385	1,70	-	2	8 x 400	
MC 50	trif. 380-400	2.620	360	1,20	0,70	3	-	
MC 65 II	monof. 220-230	2.730	570	2,50	-	2	16 x 400	
MC 65	trif. 380-400	2.720	570	2,00	1,15	3	-	
MC 80	trif. 380-400	2.740	1.040	3,25	1,85	3	-	
SC 50	trif. 380-400	2.600	810	2,55	1,50	3	-	
SC 65	trif. 380-400	2.810	870	2,90	1,65	3	-	
SC 80 L	trif. 380-400	2.780	1.530	4,85	2,80	3	-	
SC 80 M	trif. 380-400	2.880	2.600	10,70	6,20	3	-	
SC 80 H	trif. 380-400	2.900	3.550	12,70	7,30	2	-	
SB 5 Y	monof. 220-230	1.850	30	0,15	-	1	1,6 x 400	
SB 10 YA	monof. 220-230	2.500	56	0,24	-	3	2 x 400	
SB 50 XA	monof. 220-230	2.300	114	0,50	-	3	2,6 x 400	
SB 100 XL	monof. 220-230	2.450	183	0,80	-	3	5 x 400	

## 1.1.2.3. Bomba de calor Ferroli Smile PC7 18000

Model description	7000	9000	12000	18000	24000	30000	UM
Power supply	230V/50						V-F-Hz
Cooling capacity (1)(4)	2100	2600	3500	5200	7000	8200	W
Total power input in cooling mode (1)(4)	730	980	1330	1990	2430	3250	W
Rated current in cooling mode (1)(4)	3.3	4.4	6.0	9.1	11.0	15.0	A
Dehumidification	0.8	0.8	1.2	1.5	2.2	2.5	l/h
Heating capacity (1)(4)	2200	2600	3700	5400	7300	8800	W
Total power input in heating mode (1)(4)	660	810	1150	1740	2180	3160	W
Rated current in heating mode (1)(4)	3.0	3.7	5.3	7.9	9.9	14.7	A
Efficiency class	<div> <div>cold</div> <div>hot</div> </div> <div> <div>C</div> <div>D</div> <div>D</div> <div>D</div> <div>C</div> <div>E</div> </div> <div> <div>AB CDEFG</div> <div>AB CDEFG</div> <div>AB CDEFG</div> <div>ABC DEFG</div> <div>AB CDEFG</div> <div>ABCD EFG</div> </div>						\
Refrigerant	R410A						Type
Indoor unit air flow rate	430	480	550	800	1100	1200	m <sup>3</sup> /h
Sound pressure level I.U. (max)(2)	35	36	38	42	47	52	dB(A)
Sound power level I.U.	43	44	46	50	57	60	dB(A)
Packaging dimension I.U.	Height	805	805	863	1103	1317	mm
	Width	325	325	325	400	422	mm
	Depth	270	270	270	300	338	mm
Indoor unit weight	7	7	8	14	14	18	kg
Outdoor unit air flow rate	1380	1380	2080	2100	2980	3100	m <sup>3</sup> /h
Sound pressure level O.U.(2)	52	52	55	58	60	62	dB(A)
Sound power level O.U.	60	60	63	66	68	70	dB(A)
Packaging dimension O.U.	Height	745	745	803	863	1027	mm
	Width	542	542	598	605	766	mm
	Depth	353	353	380	376	433	mm
Outdoor unit weight	26	26	32	42	56	62	kg
Liquid connections Diameter	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	3/8"	3/8"	inch
Gas connections Diameter	3/8"	3/8"	1/2"	1/2"	5/8"	5/8"	inch

(1) Outdoor air temp = 35 °C B.S. - Room temp. = 27 °C B.S. / 19 °C B.U.

(2) Acoustic pressure measured at 1 meter: O.U. in free field, I.U. in 100 m<sup>3</sup> room with reverb. time of 0.5 seconds.

(3) Outdoor air temp. = 7 °C B.S. - Room air temp. = 20 °C B.S.

(4) Running in cooling/heating mode at rated conditions, according to EN 14511 standard

## 1.1.2.4. Bomba de calor Kaysun KAE-52 HN4

Interior			KAY-35 HN4	KAY-52 HN4
Exterior			KAE-35 HN4	KAE-52 HN4
Alimentación eléctrica		Ph-V-Hz	1Ph, 220-240V~, 50Hz	1Ph, 220-240V~, 50Hz
Refrigeración	Capacidad	W	3224	4982
	Potencia absorbida	W	1000	1770
	Corriente	A	4.4	7.7
	EER	W/W	3.21	2.8
Calefacción	Capacidad	W	3224	5275
	Potencia absorbida	W	890	1750
	Corriente	A	4.0	7.8
	COP	W/W	3.63	3.0

## 1.1.2.5. Bomba de calor Mitsubishi PU-2VJA

Model Designation	Indoor unit	Pc (KW)	Pe(c) (KW)	EER	Class EER	MPS	Outdoor side env. (dBA)	Outdoor side in duct (dBA)	Indoor side env. (dBA)	Indoor side in duct (dBA)	Mounting
PU-3YJC	PC-3GJA	7,60	3,32	2,29	F	400-3-50	66	-	62	-	S
PU-4YJSA	PC-4GJSA	9,80	3,48	2,82	C	400-3-50	69	-	64	-	S
PU-4VLJSA	PC-4GJSA	9,80	3,59	2,73	D	230-1-50	69	-	64	-	S
MU-07RV	MSC-07RV	2,20	0,7	3,14	B	230-1-50	63	-	51	-	W
MU-09RV	MSC-09RV	2,50	0,8	3,13	B	230-1-50	63	-	51	-	W
MU-12RV	MSC-12RV	3,50	1,35	2,59	E	230-1-50	65	-	54	-	W
PU-1.6VLJA-2	PK-1.6FLA	3,90	1,54	2,53	E	230-1-50	65	-	61	-	W
PU-1.6VLJA-2	PK-1.6GKL	3,90	1,54	2,53	E	230-1-50	65	-	62	-	W
MU-18NV	MS-18NV	5,10	1,96	2,60	E	230-1-50	68	-	62	-	W
MU-18RV	MS-18RV	5,10	1,96	2,60	E	230-1-50	68	-	62	-	W
PU-2VJA	PK-2GKL	5,60	2,53	2,21	F	230-1-50	66	-	62	-	W
MU-24NV	MS-24NV	6,40	2,84	2,25	F	230-1-50	69	-	64	-	W
MU-24RV	MS-24RV	6,40	2,84	2,25	F	230-1-50	69	-	64	-	W
PU-2.5VJA	PK-2.5FLA	6,50	2,80	2,32	F	230-1-50	66	-	61	-	W
PU-3YJC	PK-3FLA	7,90	3,29	2,40	F	400-3-50	66	-	61	-	W
PU-3VJC	PK-3FLA	7,90	3,29	2,40	F	230-1-50	66	-	61	-	W
MU-30RV	MS-30RV	8,40	3,45	2,43	E	230-1-50	73	-	64	-	W
PU-4YJSA	PK-4FLSA	9,80	3,44	2,85	C	400-3-50	69	-	64	-	W
PU-4VLJSA	PK-4FLSA	9,80	3,55	2,76	D	230-1-50	69	-	64	-	W

1.2. XOANA CAPDEVIELLE

1.2.1. EQUIPOS

1.2.1.1. Bomba de calor VRV Daikin

1-1 Especificaciones técnicas			RXYQ20P8W1B	RXYQ22P7W1B	RXYQ24P7W1B	RXYQ26P8W1BA	RXYQ28P7W1BA	RXYQ30P7W1BA	RXYQ32P7W1BA
Unidad exterior			RXYQ8P8W1B	RXYQ10P7W1B	RXYQ12P7W1B	RXYQ8P8W1B	RXYQ10P7W1B	RXYQ12P7W1B	RXYQ14P7W1BA
			RXYQ12P7W1B	RXYQ12P7W1B	RXYQ12P7W1B	RXYQ18P7W1BA	RXYQ18P7W1BA	RXYQ18P7W1BA	RXYQ18P7W1BA
Capacidad	Refrigeración	kW	55.90	61.50	67.00	71.40	77.00	82.50	89.00
	Calefacción	kW	62.50	69.00	75.00	81.50	88.00	94.00	102.00
COP	Refrigeración		3.80	3.62	3.49	3.41	3.26	3.20	3.11
	Calefacción		4.18	4.04	3.97	3.94	3.83	3.81	3.83

1.2.1.2. Fancoil Daikin FXFQ-32/50/63M8

Unidades de cassette 4 vías			FXFQ20M8*	FXFQ25M8*	FXFQ32M8*	FXFQ40M8*	FXFQ50M8*
Capacidad nominal	Refrigeración	kW	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6
	Calefacción	kW	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3
Consumo	Refrigeración	W	90	90	90	97	106
	Calefacción	W	75	75	75	82	90
Dimensiones	Unidad	AlxAxF	mm	230 x 840 x 840	230 x 840 x 840	230 x 840 x 840	230 x 840 x 840
Peso	Unidad		kg	24,0	24,0	24,0	24,0
Panel decorativo	Modelo		BYC125K	BYC125K	BYC125K	BYC125K	BYC125K
	Dimensiones	AlxAxF	mm	40 x 950 x 950	40 x 950 x 950	40 x 950 x 950	40 x 950 x 950
	Peso		kg	5,0	5,0	5,0	5,0
Presión sonora	Alto	dB(A)	31	31	31	32	33
	Bajo	dB(A)	28	28	28	28	28
Caudal de aire	Alto	m³/h	780	780	780	840	960
	Bajo	m³/h	600	600	600	600	660
Velocidades del ventilador		nº	2	2	2	2	2
Refrigerante			R-410A	R-410A	R-410A	R-410A	R-410A
Conexiones de tubería	Líquido	mm	ø 6,4 (1/4")	ø 6,4 (1/4")	ø 6,4 (1/4")	ø 6,4 (1/4")	ø 6,4 (1/4")
	Gas	mm	ø 12,7 (1/2")	ø 12,7 (1/2")	ø 12,7 (1/2")	ø 12,7 (1/2")	ø 12,7 (1/2")

Unidades de cassette 4 vías			FXFQ63M8*	FXFQ80M8*	FXFQ100M8*	FXFQ125M8*
Capacidad nominal	Refrigeración	kW	7,1	9,0	11,2	14,0
	Calefacción	kW	8,0	10,0	12,5	16,0
Consumo	Refrigeración	W	118	173	184	230
	Calefacción	W	101	159	169	215
Dimensiones	Unidad	AlxAxF	mm	230 x 840 x 840	288 x 840 x 840	288 x 840 x 840
Peso	Unidad		kg	24,0	28,0	28,0
Panel decorativo	Modelo		BYC125K	BYC125K	BYC125K	BYC125K
	Dimensiones	AlxAxF	mm	40 x 950 x 950	40 x 950 x 950	40 x 950 x 950
	Peso		kg	5,0	5,0	5,0
Presión sonora	Alto	dB(A)	34	38	40	45
	Bajo	dB(A)	29	32	33	36
Velocidades del ventilador		nº	2	2	2	2
Refrigerante			R-410A	R-410A	R-410A	R-410A
Caudal de aire	Alto	m³/h	1.080	1.680	1.680	1.860
	Bajo	m³/h	840	1.200	1.260	1.440
Conexiones de tubería	Líquido	mm	ø 9,5 (3/8")	ø 9,5 (3/8")	ø 9,5 (3/8")	ø 9,5 (3/8")
	Gas	mm	ø 15,9 (5/8")	ø 15,9 (5/8")	ø 15,9 (5/8")	ø 15,9 (5/8")

1.2.1.3. Fancoil Carrier GWC008

Model	003	004	005	006	008	010
( H )	660	700	850	1100	1300	1750
Nominal Air Volume ( M ) m³/h	450	490	600	770	910	1220
( L )	360	310	470	550	550	700
Cooling Capacity kW	2,4	4,0	4,7	5,9	8,3	11
Heating Capacity kW	3,8	5,5	6,6	8,5	10,6	14,4
Power Input W	55	65	95	97	135	197
Noise dB (A)	39/33/29	42/36/31	49/41/34	39/31/25	48/40/25	52/46/33
Water Flow L/S	0,11	0,19	0,24	0,28	0,39	0,52
Water Drop kPa	12	15	23	21	28	42
Coil Rows	2	2	2	2	3	3
Connection Diameter inch	3/4	3/4	3/4	1	1	1
Dimensions, grille mm	720 x 720	720 x 720	720 x 720	960 x 960	960 x 960	960 x 960
Dimensions, unit mm	575 x 575 x 298	575 x 575 x 298	575 x 575 x 298	825 x 825 x 298	825 x 825 x 298	825 x 825 x 298
Weight, grille kg	2,5	2,5	2,5	5	5	5
Weight, unit kg	19	20	20	36	38	38

1.2.1.4. Fancoil York YHK 40-2 Y 50-2

MODELO		YHK 20-2			YHK 25-2			YHK 40-2			YHK 50-2			YHK 65-2			YHK 95-2			YHK 110-2			
Velocidad		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Caudal de aire	m³/h	310	420	610	310	420	520	320	500	710	430	610	880	630	820	1140	710	970	1500	710	1280	1820	
Rendimiento total refrig.	kW	1,27	1,63	1,98	1,84	2,34	2,68	2,25	3,34	4,33	2,94	3,88	5,02	4,21	4,91	6,16	5,31	6,78	9,51	5,31	8,45	11,10	
Rendimiento sensible refrig.	kW	1,01	1,32	1,64	1,35	1,75	2,04	1,57	2,39	3,18	2,08	2,81	3,74	3,03	3,58	4,59	3,46	4,48	6,48	3,71	6,09	8,25	
Calefacción	kW	1,62	2,12	2,64	2,22	2,90	3,35	2,56	3,93	5,23	3,43	4,63	6,17	5,12	6,03	7,77	5,61	7,34	10,71	6,13	10,30	14,00	
Caudal de agua	l/h	219	280	340	316	402	461	387	574	745	506	667	863	724	845	1060	913	1166	1636	913	1453	1909	
ΔP Refrigeración	kPa	4,5	7,0	10,0	4,9	7,6	9,7	4,6	9,4	15,1	7,5	12,4	19,7	10,9	14,3	21,6	9,4	14,7	26,9	9,4	21,8	35,6	
ΔP Calefacción	kPa	4,0	6,0	9,0	4,1	6,3	8,2	3,5	7,3	11,4	6,7	11,2	17,7	6,7	9,9	15,1	7,9	12,4	23,0	7,9	18,6	30,6	
Potencia sonora Lw	dB(A)	33	40	49	33	40	45	33	45	53	41	49	59	33	40	48	34	40	53	34	48	58	
Presión sonora Lp	dB(A)	24	31	40	24	31	36	24	36	44	32	40	50	24	31	39	25	31	44	25	39	49	
Potencia absorbida motor	W	25	32	57	25	32	44	25	44	68	32	57	90	33	48	77	42	63	120	42	95	170	
	A	0,11	0,15	0,27	0,11	0,15	0,20	0,11	0,20	0,32	0,15	0,27	0,45	0,15	0,23	0,36	0,18	0,28	0,53	0,18	0,42	0,74	
Cont. agua batería	l	0,8			1,4			2,1			2,1			3,0			4,0			4,0			
Dimensiones	mm	575 x 575 x 275												820 x 820 x 303									







2. FICHAS TÉCNICAS PARA LAS PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

2.1. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

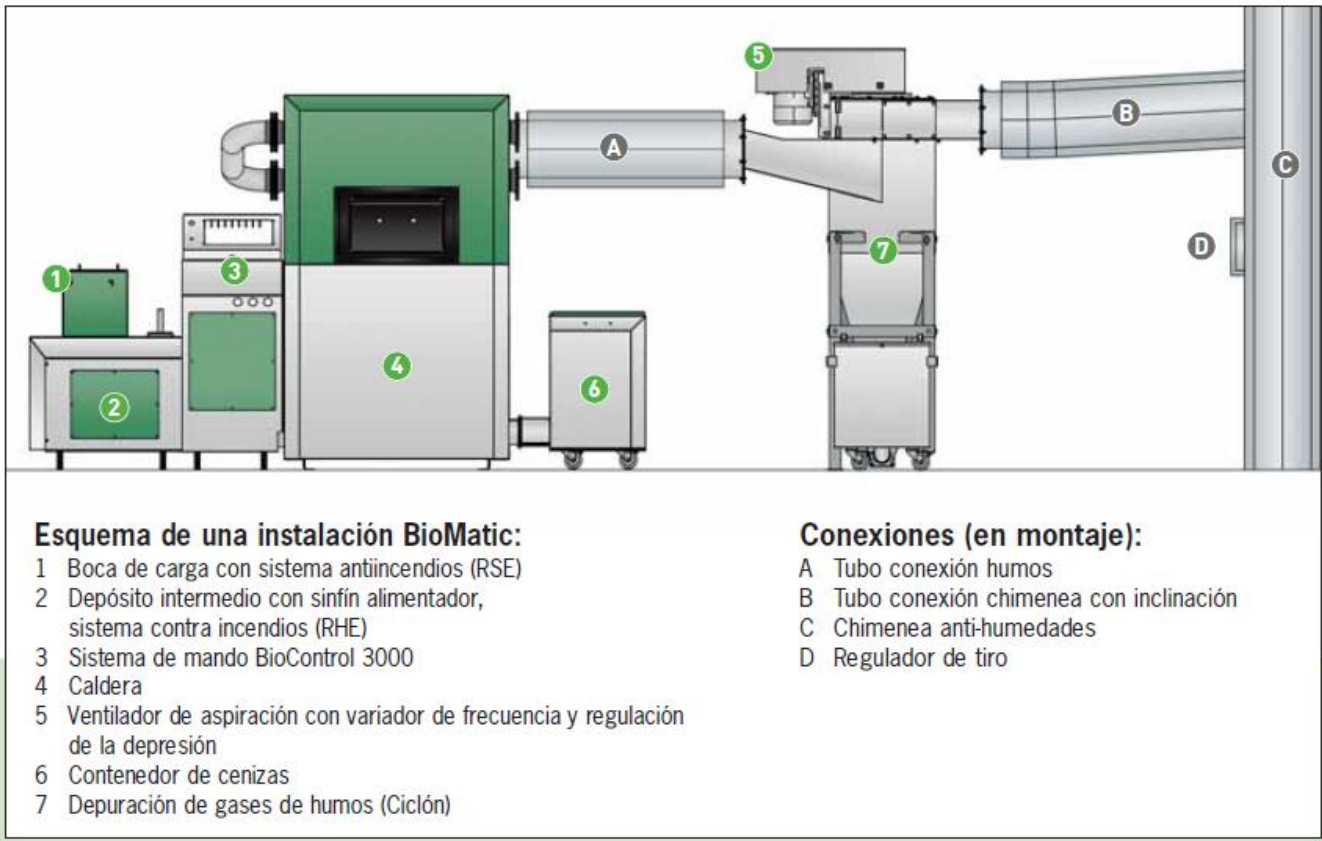
2.1.1. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

2.1.1.1. Lámina de control solar 3M Scotchtint P-18ARL

P-18				
Reducción de Calor	72%	57%	58%	49%
Reducción de Pérdida de Calor	10%	10%	6%	6%
Reducción de Brillo	78%	80%	78%	80%
Bloqueo de UV	99%	99%	99%	99%
Total de Energía Solar Rechazada	77%	74%	70%	76%

2.1.2. EQUIPOS

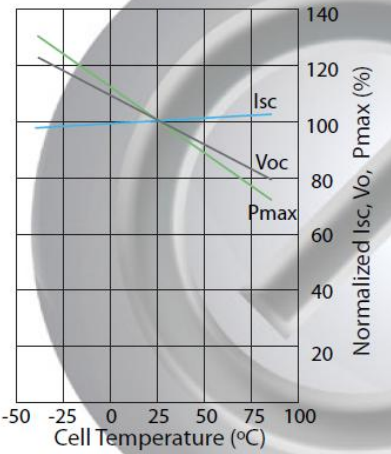
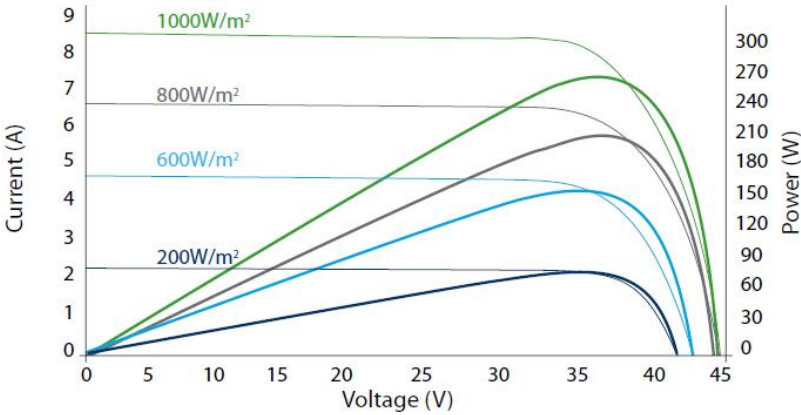
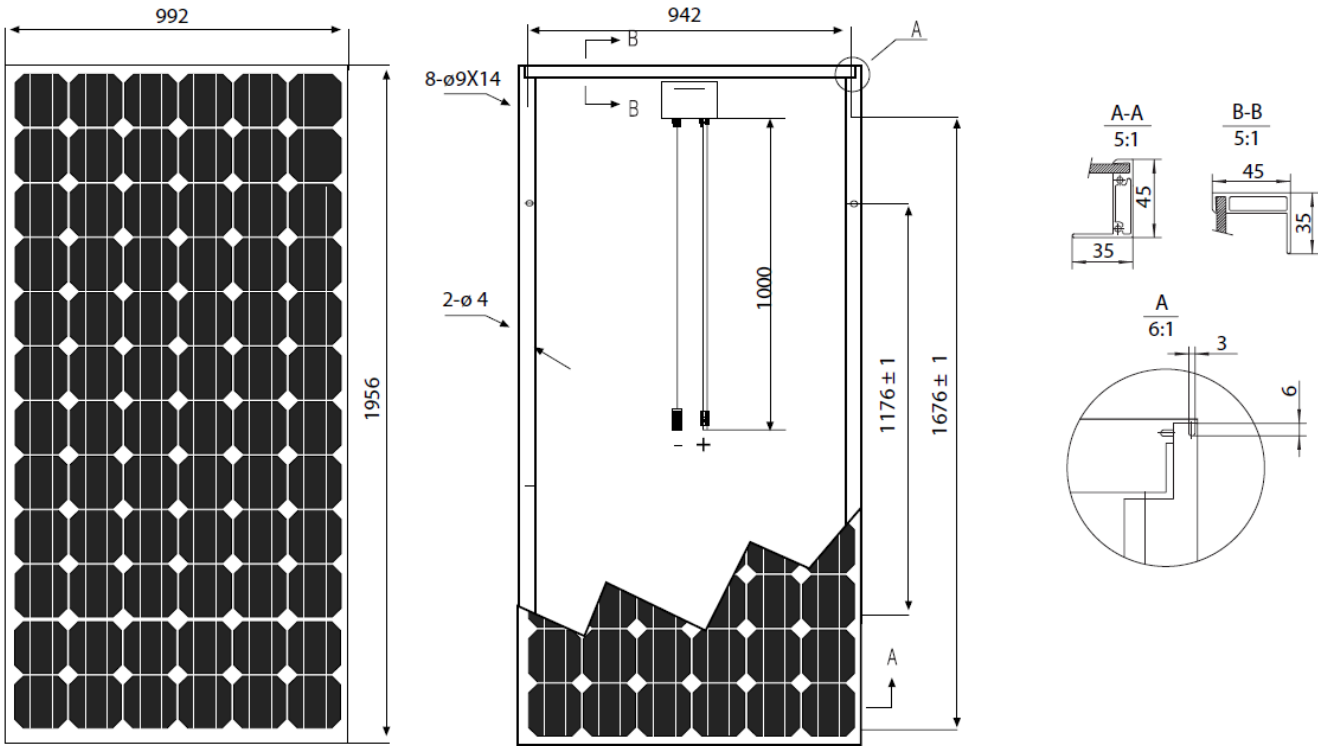
2.1.2.1. Caldera de biomasa Herz Biocontrol Biomatic 250 y 350



BioMatic Gama de potencias (kW)	220 54-220	250 54-250	300 79-300	350 79-350	400 79-400	500 79-500
Dimensiones (mm)						
A Longitud	1948	1948	2054	2054	2574	2574
A1 Longitud hasta eje de salida de humos	1516	1516	1635	1635	1895	1895
B Anchura	1066	1066	1186	1186	1186	1186
B1 Anchura (sin brida)	862	862	986	986	986	986
Anchura (con brida)	1145	1145	1284	1284	1284	1284
B2 Anchura (módulo introductor)	1262	1262	1264	1264	1264	1264
C Altura	1803	1803	1973	1973	1973	1973
D Diámetro del tubo de salida de humos	250	250	300	300	300	300
E Altura puerta de cámara de combustión	340	340	300	300	300	300
F Anchura puerta de cámara de combustión	500	500	500	500	500	500
G Eje del tubo de salida de humos	1481	1481	1688	1688	1688	1688
H Conexión de retorno (DN) / Altura	80/1335	80/1335	100/1523	100/1523	100/1523	100/1523
I Conexión de impulsión (DN) / Altura	80/1588	80/1588	100/1776	100/1776	100/1776	100/1776
J Conexión de llenado/vaciado (*) / Altura	3/4" /148	3/4" /148	3/4" /148	3/4" /148	3/4" /148	3/4" /148
K Eje del sistema RSE	904	904	906	906	906	906
L Altura del sistema RSE	822	822	822	822	822	822
M Frontal de la caldera hasta eje del RSE	539	539	610	610	610	610
N Distancia necesaria para revisiones	min. 900	min. 900	min. 1050	min. 1050	min. 1050	min. 1050
P Anchura del contenedor de cenizas	710	710	714	714	714	714
R Distancia al eje de conexión de impulsión	646	646	701	701	701	701
S Distancia horizontal a eje VL-RL	605	605	655	655	655	655
Datos técnicos						
Peso de la caldera	kg	2600	2600	2900	2900	3500
Tiro máx./mín. admisible	mbar	0,05/0,15	0,05/0,15	0,05/0,15	0,05/0,15	0,05/0,15
Presión máxima de trabajo	bar	3	3	3	3	3
Temperatura máxima de impulsión	°C	90	90	90	90	90
Contenido de agua	l	500	500	720	720	940
Conexión eléctrica	V/Hz			3 x 400 / 50 Hz		
Superficie del intercambiador térmico	m²	16,35	16,35	23,15	23,15	33,80
Pérdida de presión lado agua con Δt=20K	Pa	2200	2200	2600	2600	3500
Caudal de agua Δt=20K	kg/h	9483	9483	12931	12931	21552
Valores de emisiones a plena carga						
Temperatura de los gases de salida	°C	~140	~140	~140	~140	~140
Caudal másico de gases de salida	kg/s	0,122	0,137	0,209	0,258	0,341
Concentración de CO2	Vol. %	13,7	13,7	12,5	12,5	12,8
Valores de emisiones con carga parcial						
Temperatura de los gases de salida	°C	~80	~80	~85	~85	~85
Caudal másico de gases de salida	kg/s	0,052	0,052	0,0787	0,0787	0,0787
Concentración de CO2	Vol. %	7,8	7,8	8,5	8,5	8,5

2.1.2.2. Panel solar fotovoltaico Exiom EX280M

MONOCRYSTALLINE MODULES   MÓDULOS MONOCRISTALINOS		280 W	285 W	290 W	295 W	300 W
Reference   Denominación		EX-280M	EX-285M	EX-290M	EX-295M	EX-300M
STANDARD TEST CONDITIONS   TEST DE CONDICIONES ESTANDAR: 1000 W/M², AM 1.5, 25°C (STC)						
Maximum Power Voltage, VMP   Máximo voltage, VMP		36.8 V	37.02 V	37.33 V	37.78 V	38.20 V
Maximum Power Current, IMP   Tensión máxima actual, IMP		7.61 A	7.70 A	7.77 A	7.81 A	7.85 A
Open Circuit Voltage, VOC   Tensión de circuito abierto, VOC		43.8 V	44.1 V	44.5 V	45.00 V	45.3 V
Short Circuit Current, ISC   Corriente de cortocircuito, ISC		8.52 A	8.63 A	8.68 A	8.72 A	8.76 A
Maximum System Voltage, Vmax   Tensión máxima del sistema, VMAX		1000V (IEC)				
Maximum Power Tolerance   Tolerancia potencia máxima		0-3%				
Cell Efficiency   Eficiencia Celda		16.70 (%)	16.80 (%)	16.9 (%)	17.1(%)	17.4 (%)
Module Efficiency   Eficiencia Módulo		14.5 (%)	14.7 (%)	14.9 (%)	15.2 (%)	15.5 (%)
NOCT		47°C ± 2°C				
TEMPERATURE COEFFICIENTS   COEFICIENTES DE TEMPERATURA						
Temp. Coefficient of PmaX   Coeficiente de temperatura PMAX		- 0.480%/°C				
Temp. Coefficient of ISC   Coeficiente de temperatura ISC		0.055%/°C				
Temp. Coefficient of VOC   Coeficiente de temperatura VOC		-0.347%/°C				
WARRANTIES   GARANTÍAS						
Product   Producto		10 years   10 años				
Performance: 90% during the first 12 years. Min. 80% during the first 25 years. Rendimiento: 90% durante los primeros 12 años. Mínimo 80% durante los 25 primeros años						
MECHANICAL CHARACTERISTICS   CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS						
Cell   Celda		156 x 156				
Nº of cells   Número de celdas		6 x 12: 72				
Dimensions   Dimensiones		1956×992×45 mm				
Weight   Peso		26 kg				
Type of Connector   Tipo de conector		Compatible Type IV				
No.of Draining Holes in Frame   Nº agujeros drenaje marco		10				
Glass,Type and Thickness   Vidrio, tipo y espesor		High Transmis, Low Iron, Tempered Glass 3.2mm Alta transmis., nivel bajo de hierro, vidrio templado 3,2mm				
Certificates   Certificados		TUV (IEC 61215 & Security Class II), VDE (IEC 61215 & IEC 61730), UL1703 3rd Ed, CE				
Cable type, diameter and length   Tipo cable, diametro y longitud		4mm², TUV certified, 1250 mm				
Mechanical Load   Carga soportada		< 5400 Pa				



## 2.1.2.3. Regulador de carga Bluesolar MPPT 180/85

Controlador de carga BlueSolar	MPPT 150/70	MPPT 150/85
Tensión nominal de la batería	12 / 24 / 36 / 48 V Selección Automática	
Corriente de carga nominal	70A @ 40 °C (104 °F)	85A @ 40 °C (104 °F)
Potencia máxima de entrada de los paneles solares 1)	12 V: 1000 W /24 V: 2000 W /36V: 3000 W /48V: 4000 W	12 V: 1200 W /24 V: 2400 W /36 V: 3600 W /48 V: 4850 W
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo	
Tensión mínima FV	Tensión de la batería más 7 V para arranque	Tensión de la batería más 2 V operativos
Consumo en espera	12 V: 0,55 W /24 V: 0,75 W /36 V: 0,90 W /48 V: 1,00 W	
Eficacia a plena carga	12 V: 95 % / 24 V: 96,5 % / 36 V: 97 % / 48 V: 97,5 %	
Carga de absorción	14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6 V	
Carga de flotación	13,7 / 27,4 / 41,1 / 54,8 V	
Carga de ecualización	15,0 / 30,0 / 45 / 60 V	
Sensor de temperatura remoto de la batería	Sí	
Ajuste de la compensación de temperatura por defecto	-2,7 mV/°C por celda de batería de 2 V	
Interruptor on/off remoto	No	Sí
Relé programable	DPST Capacidad nominal CA 240 V CA/4 A	Capacidad nominal CC: 4 A hasta 35 V CC, 1 A hasta 60 V CC
Puerto de comunicaciones	VE.Can: dos conectores RJ45 en paralelo, protocolo NMEA2000	
Funcionamiento en paralelo	Sí, a través de VE.Can Máx. 25 unidades en paralelo	
Temperatura de trabajo	-40 °C a 60 °C con reducción de corriente de salida por encima de 40 °C	
Refrigeración	Convección natural	asistida por ventilador silencioso
Humedad (sin condensación)	Max. 95 %	
Tamaño de los terminales	35 mm² / AWG2	
Material y color	Aluminio, azul RAL 5012	
Clase de protección	IP20	
Peso	4,2 kg	
Dimensiones (al x an x p)	350 x 160 x 135 mm	
Montaje	Montaje vertical de pared	solo interiores
Seguridad	EN60335-1	
EMC	EN61000-6-1, EN61000-6-3	
1) Si se conectara más potencia solar, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado		

## 2.1.2.4. Inversor Phoenix Inverter 48/5000

Inversor Phoenix	C12/1200 C24/1200	C12/1600 C24/1600	C12/2000 C24/2000	12/3000 24/3000 48/3000	24/5000 48/5000
Funcionamiento en paralelo y en trifásico	Sí				
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada (V DC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V				
Salida	Salida: 230V ± 2% / 50/60Hz ± 0,1% (1)				
Potencia cont. de salida 25 °C (VA) (2)	1200	1600	2000	3000	5000
Potencia cont. de salida 25 °C (W)	1000	1300	1600	2500	4500
Potencia cont. de salida 40 °C (W)	900	1200	1450	2200	4000
Pico de potencia (W)	2400	3000	4000	6000	10000
Eficacia máx. 12/ 24 / 48 V (%)	92 / 94	92 / 94	92 / 92	93 / 94 / 95	94 / 95
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)	8 / 10	8 / 10	9 / 11	15 / 15 / 16	25 / 25
Consumo en vacío en modo AES (W)	5 / 8	5 / 8	7 / 9	10 / 10 / 12	20 / 20
Consumo en vacío modo Search (W)	2 / 3	2 / 3	3 / 4	4 / 5 / 5	5 / 6
GENERAL					
Relé programable (3)	Sí				
Protección (4)	a - g				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
On/Off remoto	Sí				
Características comunes	Temperatura de funcionamiento: -20 a +50°C (refrigerado por ventilador) Humedad (sin condensación): Máx. 95%				
CARCASA					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Tipo de protección: IP 21				
Conexiones de la batería	cables de batería de 1,5 metros se incluye		Pernos M8	2+2 Pernos M8	
Conexiones 230 V CA	Enchufe G-ST18i		Abrazadera-resorte	Bornes atornillados	
Peso (kg)	10		12	18	30
Dimensiones (al x an x p en mm.)	375x214x110		520x255x125	362x258x218	444x328x240
NORMATIVAS					
Seguridad	EN 60335-1				
Emisiones / Inmunidad	EN 55014-1 / EN 55014-2				
Directiva de automoción	2004/104/EC	2004/104/EC		2004/104/EC	
1) Puede ajustarse a 60 Hz, y a 240 V. 2) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 3) Relé programable que puede configurarse en alarma general, subtensión de CD o como señal de arranque de un generador (es necesario el interfaz MK2 y el software VEConfigure) Capacidad nominal CA 230V / 4A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35VDC, 1 A hasta 60VDC 4) Protección: a) Cortocircuito de salida b) Sobrecarga c) Tensión de la batería demasiado alta d) Tensión de la batería demasiado baja e) Temperatura demasiado alta f) 230 V CA en la salida del Inversor g) Ondulación de la tensión de entrada demasiado alta					







## 2.1.2.5. Batería 24 OPZS 4505 Ah

Referencia Energys	Referencia OPzS	Tensión nominal (V)	Número bornes por polo	Capacidad nominal Ah ( 20°C)			Dimensiones (mm)			Peso en Kg	
				10h 1,80V	100h 1,85V	120h 1,85V	Longitud	Anchura	Altura	Con electrolito	Sin electrolito
TLS - 3	3OPzS150	2	1	180	240	244	103	206	403	16,40	11,20
TLS - 4	4OPzS200	2	1	216	295	300	103	206	403	17,20	12,40
TLS - 5	5OPzS250	2	1	270	361	367	124	206	403	20,80	14,80
TLS - 6	6OPzS300	2	1	324	433	440	145	206	403	24,30	17,10
TVS - 4	4OPzS280	2	1	350	452	460	124	206	520	27,00	18,40
TVS - 5	5OPzS350	2	1	390	519	530	124	206	520	26,90	19,90
TVS - 6	6OPzS420	2	1	468	627	640	145	206	520	31,50	22,10
TVS - 7	7OPzS490	2	1	546	731	745	166	206	520	36,10	25,20
TYS - 5	5OPzS500	2	1	590	790	802	145	206	695	43,90	29,90
TYS - 6	6OPzS600	2	1	660	900	912	145	206	695	44,80	31,90
TYS - 7	7OPzS700	2	2	817	1101	1120	210	191	695	57,60	40,40
TYS - 8	8OPzS800	2	2	880	1200	1220	210	191	695	61,30	44,40
TYS - 9	9OPzS900	2	2	1040	1394	1415	210	233	695	70,90	49,60
TYS - 10	10OPzS1000	2	2	1100	1500	1523	210	233	695	74,60	53,50
TYS - 11	11OPzS1100	2	2	1260	1685	1714	210	275	695	84,40	58,90
TYS - 12	12OPzS1200	2	2	1320	1797	1825	210	275	695	88,00	62,80
TZS - 11	11OPzS1375	2	2	1590	2090	2130	210	275	845	109,00	74,50
TZS - 12	12OPzS1500	2	2	1680	2300	2335	210	275	845	114,30	80,20
TZS - 13	13OPzS1625	2	3	1910	2600	2640	214	399	820	140,00	91,20
TZS - 14	14OPzS1750	2	3	2040	2729	2775	214	399	820	144,00	95,80
TZS - 15	15OPzS1875	2	3	2150	2880	2925	214	399	820	149,00	101,00
TZS - 16	16OPzS2000	2	3	2240	3000	3050	214	399	820	151,50	105,00
TZS - 17	17OPzS2125	2	4	2470	3258	3310	212	487	820	180,00	119,00
TZS - 18	18OPzS2250	2	4	2600	3427	3480	212	487	820	184,00	125,00
TZS - 20	20OPzS2500	2	4	2800	3753	3810	212	487	820	193,00	134,00
TZS - 22	22OPzS2750	2	4	3150	4140	4210	212	576	820	225,00	153,00
TZS - 24	24OPzS3000	2	4	3360	4505	4580	212	576	820	234,50	163,00

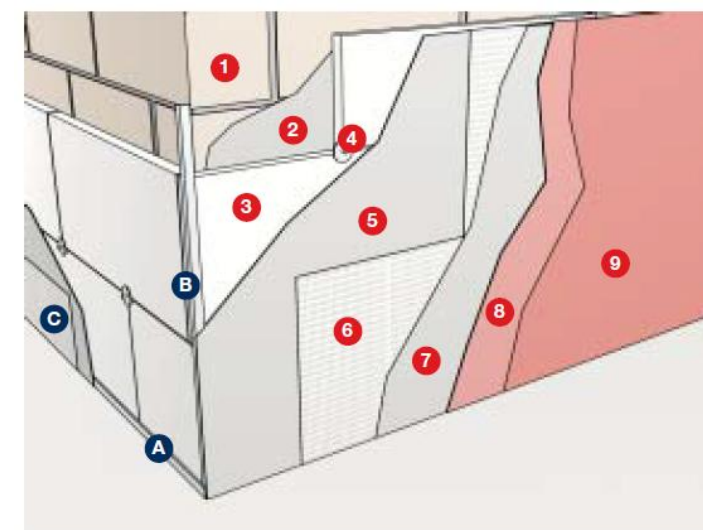
## 2.2. EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE

## 2.2.1. SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

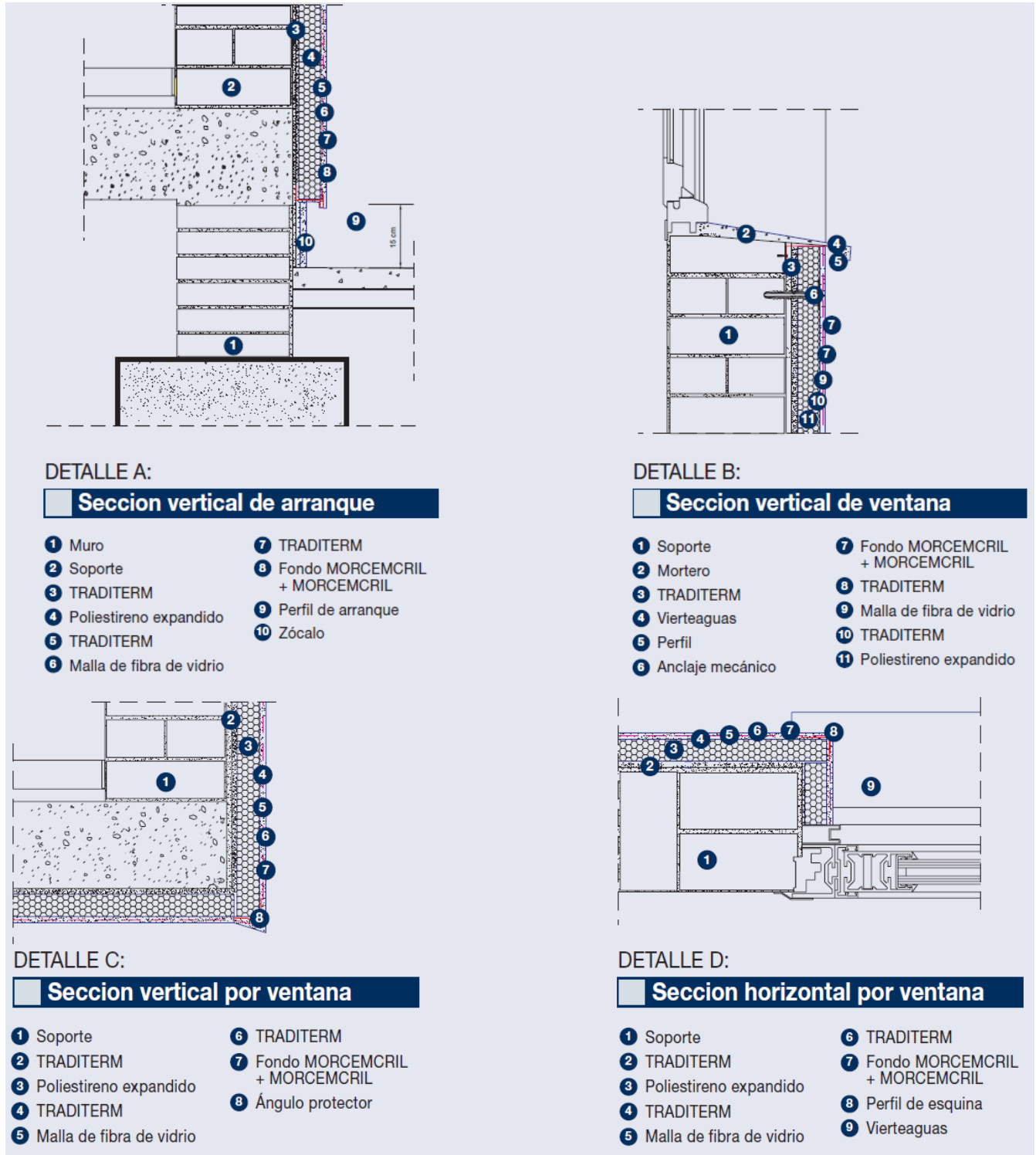
## 2.2.1.1. Lámina de control solar 3M Scotchtint P-18ARL

P-18				
Reducción de Calor	72%	57%	58%	49%
Reducción de Pérdida de Calor	10%	10%	6%	6%
Reducción de Brillo	78%	80%	78%	80%
Bloqueo de UV	99%	99%	99%	99%
Total de Energía Solar Rechazada	77%	74%	70%	76%

## 2.2.1.2. Sistema ETICS Traditerm de aislamiento por el exterior Grupo Puma



- A** Perfil de arranque
- B** Perfil de esquina
- C** Malla de refuerzo
- 1** Soporte base
- 2** TRADITERM
- 3** Paneles EPS
- 4** Anclaje mecánico
- 5** TRADITERM
- 6** Malla
- 7** TRADITERM
- 8** Fondo MORCEMCRIL
- 9** MORCEMCRIL



2.2.2. EQUIPOS

2.2.2.1. Caldera de biomasa Herz Biocontrol Biomatic 220

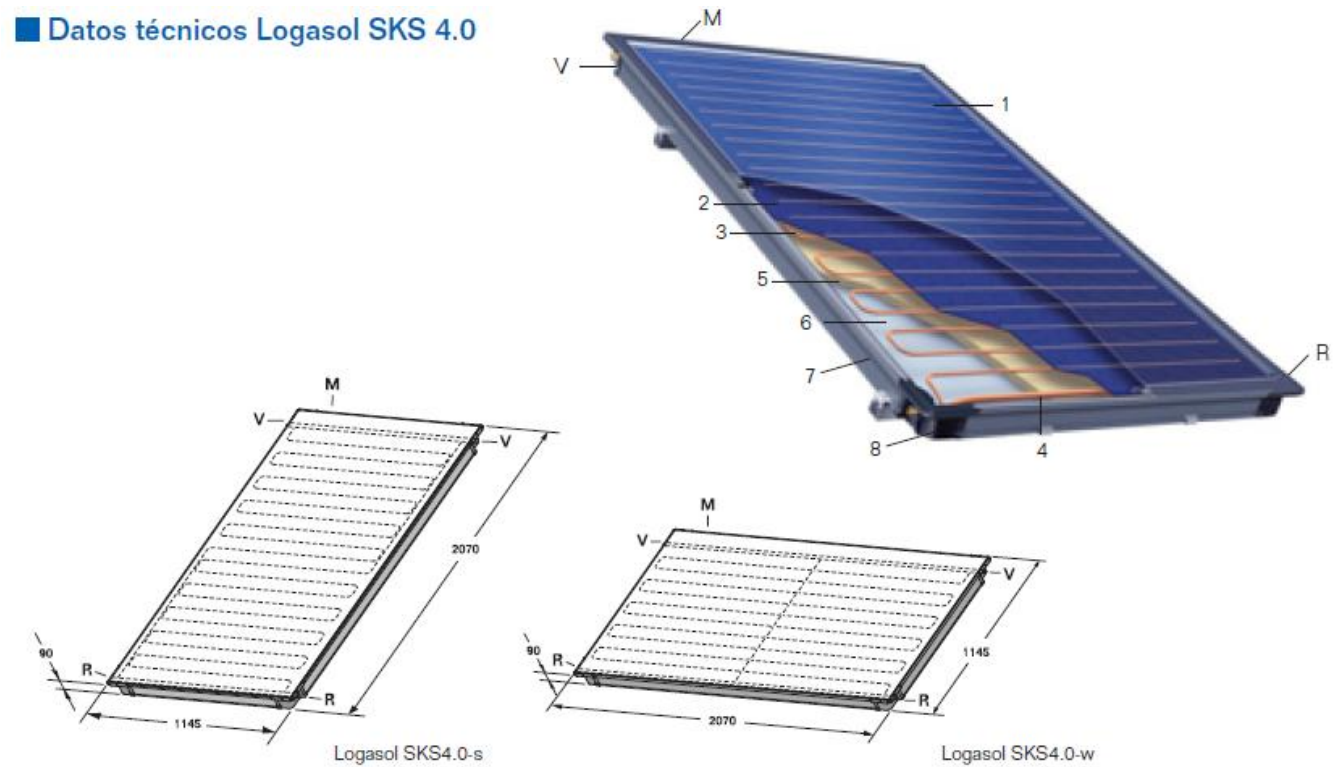
BioMatic	220	250	300	350	400	500
Gama de potencias (kW)	54-220	54-250	79-300	79-350	79-400	79-500
Dimensiones (mm)						
A Longitud	1948	1948	2054	2054	2574	2574
A1 Longitud hasta eje de salida de humos	1516	1516	1635	1635	1895	1895
B Anchura	1066	1066	1186	1186	1186	1186
B1 Anchura (sin brida)	862	862	986	986	986	986
Anchura (con brida)	1145	1145	1284	1284	1284	1284
B2 Anchura (módulo introductor)	1262	1262	1264	1264	1264	1264
C Altura	1803	1803	1973	1973	1973	1973
D Diámetro del tubo de salida de humos	250	250	300	300	300	300
E Altura puerta de cámara de combustión	340	340	300	300	300	300
F Anchura puerta de cámara de combustión	500	500	500	500	500	500
G Eje del tubo de salida de humos	1481	1481	1688	1688	1688	1688
H Conexión de retorno (DN) / Altura	80/1335	80/1335	100/1523	100/1523	100/1523	100/1523
I Conexión de impulsión (DN) / Altura	80/1588	80/1588	100/1776	100/1776	100/1776	100/1776
J Conexión de llenado/vaciado (*) / Altura	3/4" /148	3/4" /148	3/4" /148	3/4" /148	3/4" /148	3/4" /148
K Eje del sistema RSE	904	904	906	906	906	906
L Altura del sistema RSE	822	822	822	822	822	822
M Frontal de la caldera hasta eje del RSE	539	539	610	610	610	610
N Distancia necesaria para revisiones	min. 900	min. 900	min. 1050	min. 1050	min. 1050	min. 1050
P Anchura del contenedor de cenizas	710	710	714	714	714	714
R Distancia al eje de conexión de impulsión	646	646	701	701	701	701
S Distancia horizontal a eje VL-RL	605	605	655	655	655	655
Datos técnicos						
Peso de la caldera	kg	2600	2600	2900	2900	3500
Tiro máx./mín. admisible	mbar	0,05/0,15	0,05/0,15	0,05/0,15	0,05/0,15	0,05/0,15
Presión máxima de trabajo	bar	3	3	3	3	3
Temperatura máxima de impulsión	°C	90	90	90	90	90
Contenido de agua	l	500	500	720	720	940
Conexión eléctrica	V/Hz	3 x 400 / 50 Hz				
Superficie del intercambiador térmico	m²	16,35	16,35	23,15	23,15	33,80
Pérdida de presión lado agua con Δt=20K	PA	2200	2200	2600	2600	3500
Caudal de agua Δt=20K	kg/h	9483	9483	12931	12931	21552
Valores de emisiones a plena carga						
Temperatura de los gases de salida	°C	~140	~140	~140	~140	~140
Caudal másico de gases de salida	kg/s	0,122	0,137	0,209	0,258	0,341
Concentración de CO2	Vol. %	13,7	13,7	12,5	12,5	12,8
Valores de emisiones con carga parcial						
Temperatura de los gases de salida	°C	~80	~80	~85	~85	~85
Caudal másico de gases de salida	kg/s	0,052	0,052	0,0787	0,0787	0,0787
Concentración de CO2	Vol. %	7,8	7,8	8,5	8,5	8,5

### 2.2.2.2. Captador solar Logasol 4.0 S

Captador solar		Logasol SKS 4.0 S	Logasol SKS 4.0 W
Tipo de montaje		vertical	horizontal
Dimensiones	► [mm]	1.145 x 2.070 x 90	2.070 x 1.145 x 90
Área total	► [m²]	2,4	2,4
Área de apertura	► [m²]	2,1	2,1
Área de absorción	► [m²]	2,1	2,1
Volumen de absorbedor	► [l]	1,43	1,76
Peso vacío <i>m</i>	► [kg]	46	47
Revestimiento		Altamente selectivo (PVD)	
	Absortividad ► [%]		95 ± 2
	Emisividad ► [%]		5 ± 2
Factor de eficiencia $\eta^*$		0,851	0,851
Coef. pérdida lineal $K_1$		4,036	4,036
Coef. Pérdida secundario $K_2$	► [W/m²K²]	0,0108	0,0108
Capacidad térmica (J/K)		10080	10080
IAM_dir (50°)		0,95	0,95
Presión máxima $p_{max}$	► [bar]	10	10
Caudal nominal		50	50

\*Referido al área de apertura, conforme al ensayo según la norma UNE EN 12975-2:2001

### Datos técnicos Logasol SKS 4.0



### Conexiones

V = Impulsión  
R = Retorno  
M = Vaina para sonda de temperatura  
1 = Cristal solar (granulado)  
2 = Lámina absorbadora en una sola pieza  
3 = Absorbedor de doble meandro

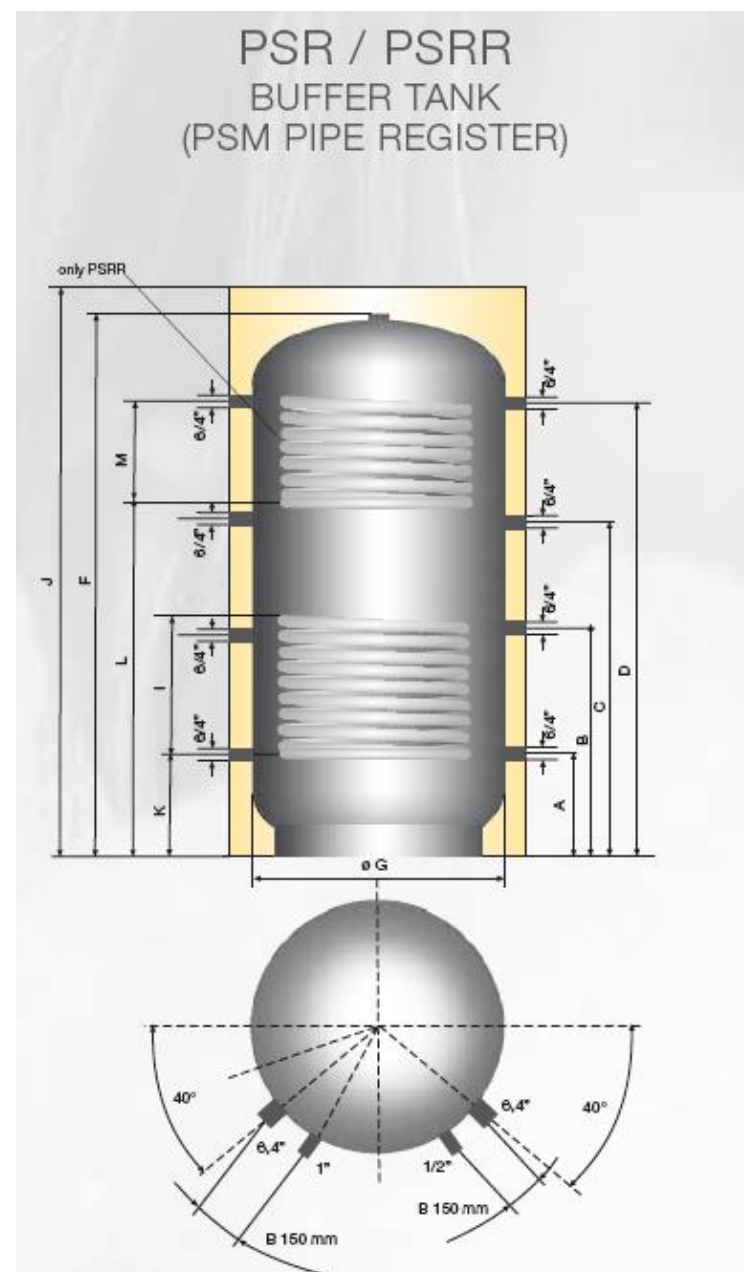
4 = Cubierta tubo colector  
5 = Aislamiento  
6 = Panel trasero  
7 = Bastidor fibra de vidrio negro  
8 = Esquina plástico inyectado

Recubrimiento del absorbedor altamente selectivo (PVD)

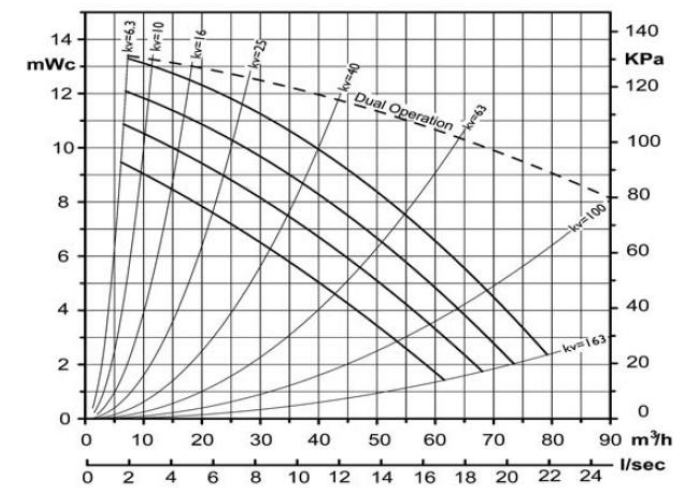


### 2.2.2.3. Interacumulador con intercambiador Austria Email PSR3000

Type	Topple mm	Dimensions in mm												Register area m²		Register contents l	
		A	B	C	D	F	ø G	H	I	J	K	L	M	below	top	below	top
500 I	1670	220	620	1010	1390	1640	650	340	495	1725	220	-	-	1,8	-	11	-
800 I	1750	260	630	1030	1430	1700	790	390	585	1785	260	1070	360	2,4	1,8	15	11
825 I	1900	260	685	1140	1595	1850	790	-	-	1940	-	-	-	-	-	-	-
1000 I	2090	310	745	1250	1710	2057	790	390	720	2135	310	1160	540	3	2,4	19	15
1500 I	2270	380	825	1350	1780	2150	1000	415	800	2235	375	1260	500	3,6	2,4	22	15
2000 I	2460	320	900	1490	2020	2380	1100	423	800	2465	320	1420	540	4,2	2,8	26	18
3000 I	2650	375	985	1600	2205	2596	1250	460	720	2681	375	1665	540	4,5	3,0	29	19
4000 I	2740	405	1022	1639	2255	2669	1400	490	720	2754	405	1715	540	5,0	3,6	32	22
5000 I	2893	455	1065	1680	2285	2770	1600	540	720	2855	455	1745	540	6,0	4,2	39	26



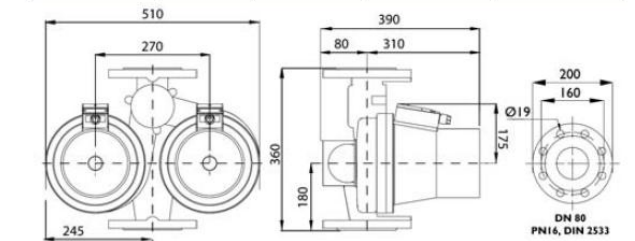
#### 2.2.2.4. Bomba circuladora Etherma 8-120-2



**ETHERMA-D 8-120-2**

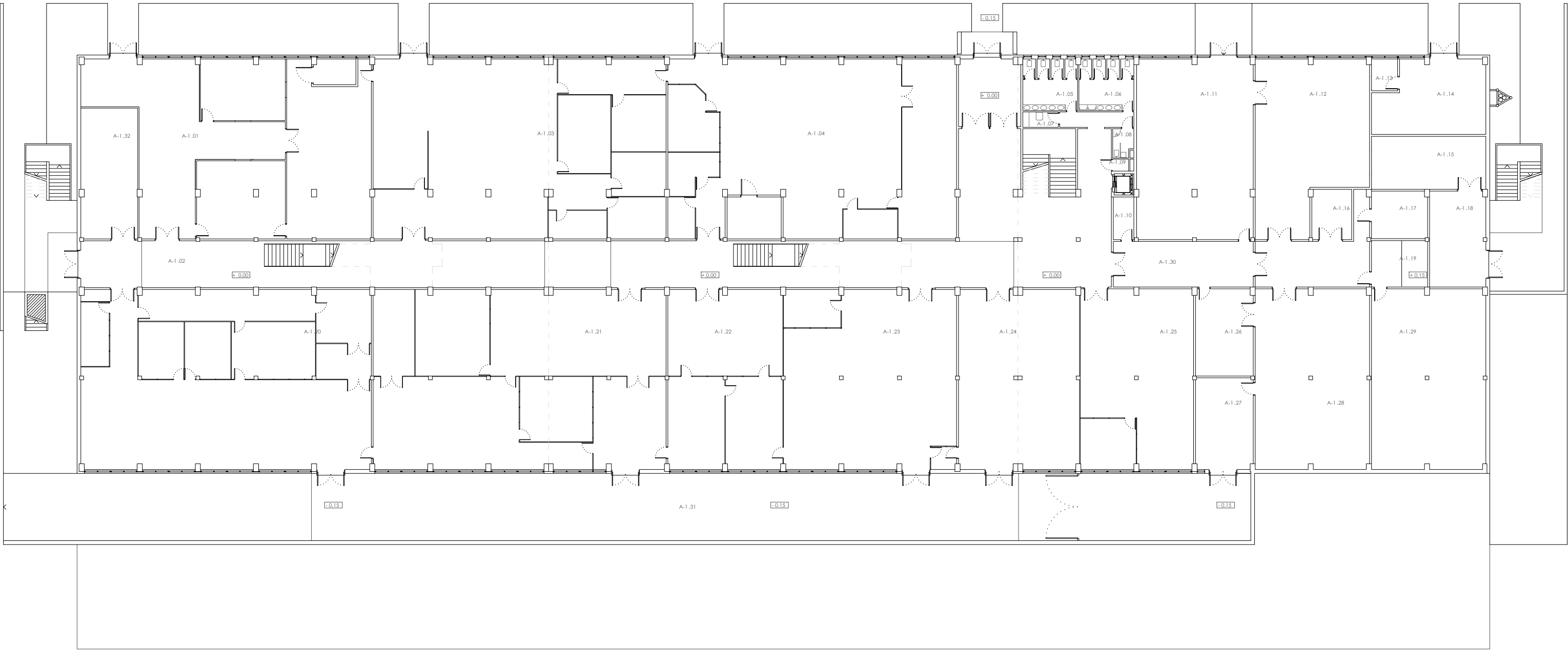
Doble / *Twin*

Nº			I(A)	
Velocidad	r.p.m.	P <sub>r</sub> (W)	1 x 230	3 x 400
4	2800	1855-2721	-	4,92
3	2660	1695-2463	-	3,89
2	2490	1475-2117	-	3,36
1	2280	1323-1780	-	2,84



**Peso / Weight:** 72,5 kg


**ANEXO IV:  
PLANOS DE AQUITECTURA  
DE LOS EDIFICIOS OBJETO**



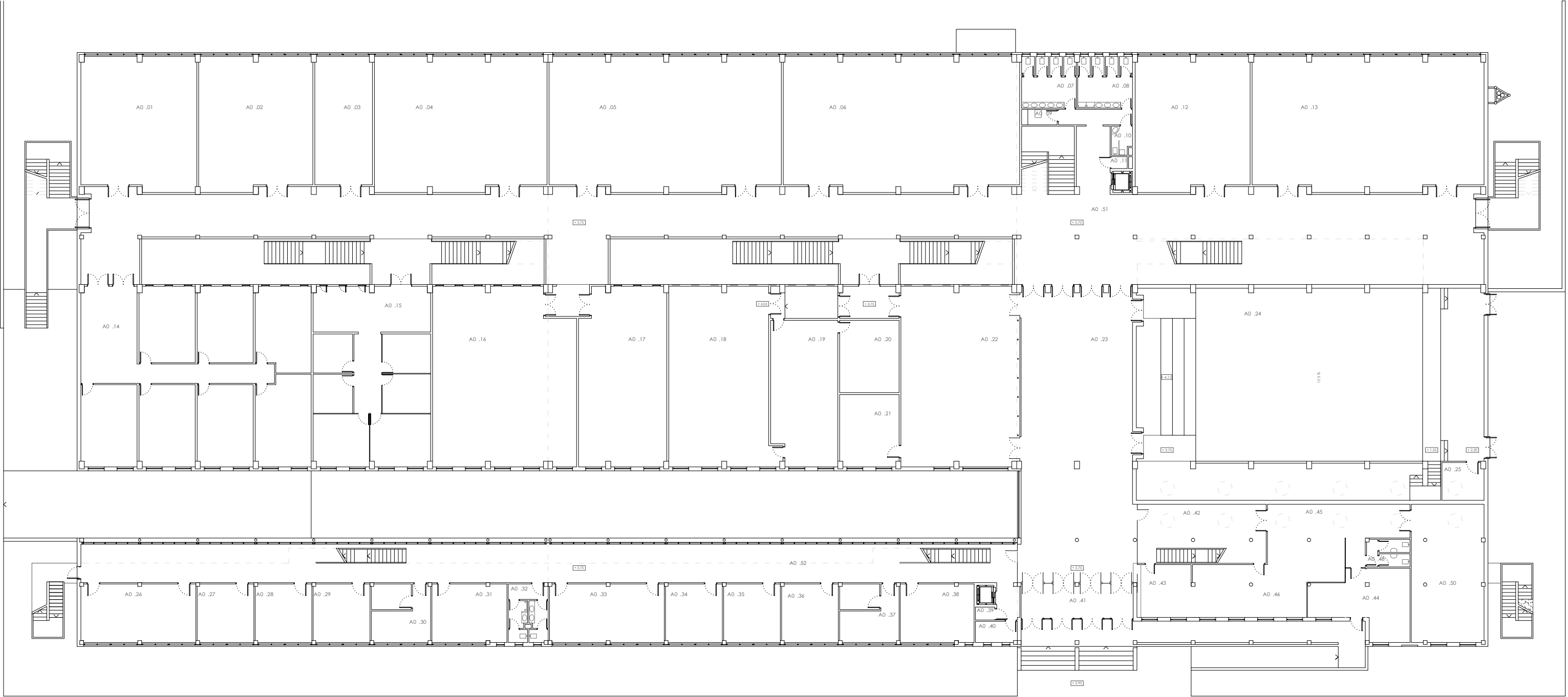
ANDAR SEMISOTO

+0	00	USO	SUP	-1	16	ALMACÉN	11,96
-1	01	LABORATORIO DE CIENCIA DE MATERIAIS	265,05	-1	17	SAIS	15,97
-1	02	VESTÍBULO DISTRIBUIDOR	402,17	-1	18	TRANSFORMADOR FENOSA	32,47
-1	03	LABORATORIO DE ENXEÑERÍA DO TERREO	314,07	-1	19	EQUIPO DE BOMBEO	15,85
-1	04	LABORATORIO DE ENXEÑERÍA DA CONSTRUCCIÓN	308,63	-1	20	LABORATORIO DE HIDRÁULICA E HIDROLOXÍA	312,19
-1	05	ASEOS DE MULLERES	16,33	-1	21	LABORATORIO DE ENXEÑERÍA AMBIENTAL	315,92
-1	06	ASEOS DE HOMES	16,33	-1	22	LABORATORIO DE PORTOS E COSTAS	123,69
-1	07	CUARTO DE LIMPEZA	3,31	-1	23	LABORATORIO DE CAMIÑOS	186,55
-1	08	ASEO ADAPTADO	3,49	-1	24	LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA	130,42
-1	09	INSTALACIÓN ELÉCTRICO	1,15	-1	25	LABORATORIO DE GRÁFICOS POR COMPUTADOR	121,93
-1	10	INSTALACIONES ASCENSOR	5,29	-1	26	ALMACÉN DA CAFETERÍA	30,18
-1	11	LABORATORIO DE ESTUDOS TERRITORIAIS	126,08	-1	27	ALMACÉN	32,61
-1	12	LABORATORIO DE FÍSICA	104,70	-1	28	ALMACÉN	123,04
-1	13	CADRO ELÉCTRICO	5,12	-1	29	SALA DE DEPÓSITO DE AUGA	123,17
-1	14	SALA DE CALDEIRAS	46,19	-1	30	VESTÍBULO DISTRIBUIDOR	75,06
-1	15	GRUPO ELECTÓXENO	36,33	-1	31	VESTÍBULO DISTRIBUIDOR	501,55
				-1	32	REPROGRAFÍA	44,47

PROXECTO: PLANOS DE ESTADO ACTUAL		CENTRO: ETS DE CAMIÑOS, CANAIS E PORTOS		CAMPUS: A CORUÑA - ELVIÑA	
PLANO: <b>ANDAR SEMISOTO cota +0,00m</b>					
ESCALA: 1/300		Cotas en metros		DATA DE CONSTRUCCIÓN: 1993	
ARQUITECTO: CARLOS FERNÁNDEZ GAGO VARELA; FRANCISCO JOSE CARIDAD YAÑEZ; EDUARDO ALFONSO CARIDAD YAÑEZ				DATA DE ACTUALIZACIÓN: MARZO 2011	
VICERREITORÍA DE INFRAESTRUTURAS E XESTIÓN AMBIENTAL SERVIZO DE ARQUITECTURA E URBANISMO				Nº: <b>001</b>	

  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

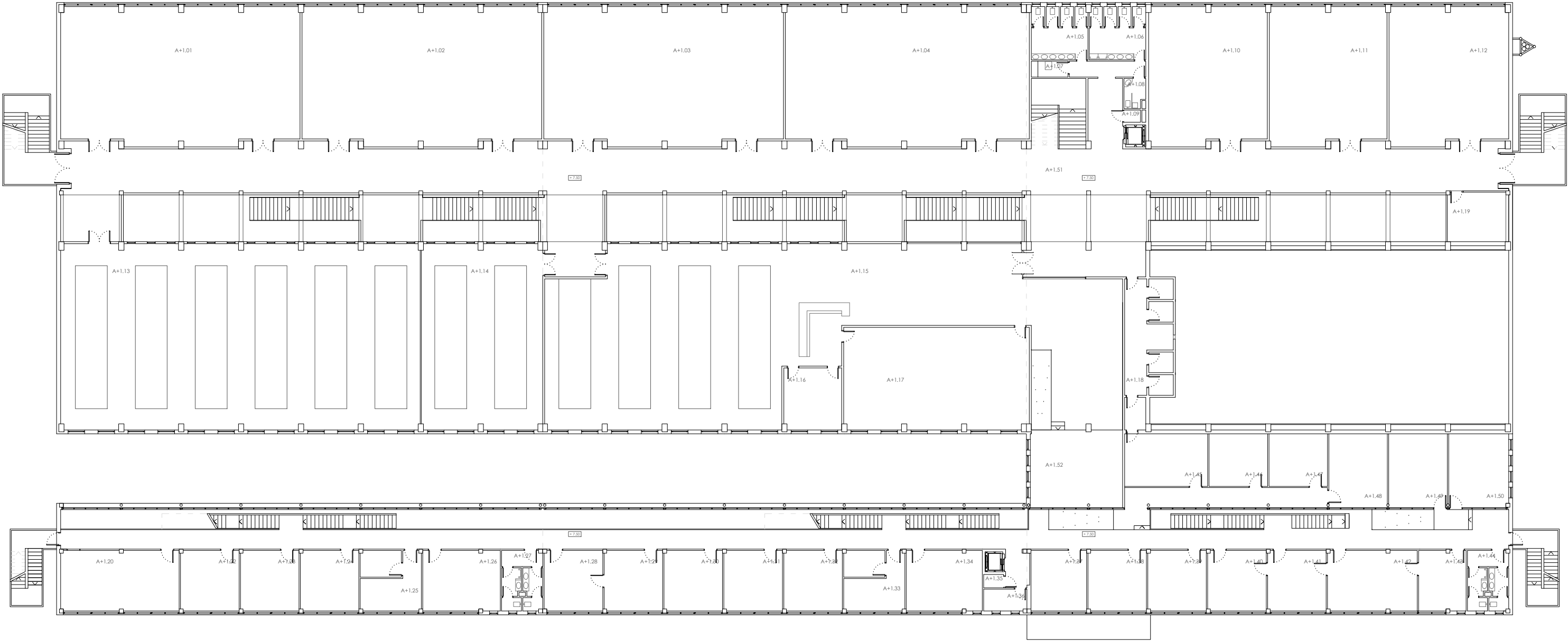




ANDAR BAIXO

+0	00	USO	SUP	0	17	AULANET	92,85	0	34	DESPACHO A0-09	19,91
0	01	AULA 8	91,56	0	18	SALA DE BOLSEIROS	109,85	0	35	DESPACHO A0-10	19,91
0	02	AULA DE ESTUDIO	90,28	0	19	CENTRO DE CÁLCULO	57,23	0	36	DESPACHO A0-11	19,91
0	03	REPROGRAFÍA	44,43	0	20	DESPACHO	25,76	0	37	DESPACHO A0-12	20,32
0	04	LABORATORIO DE PROXECTO FIN DE CARREIRA	137,66	0	21	ALMACÉN CAFETERÍA	25,54	0	38	DESPACHO A0-13	25,86
0	05	LABORATORIO DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS	183,51	0	22	CAFETERÍA	128,23	0	39	INSTALACIÓNS ELÉCTRICAS	1,50
0	06	LABORATORIO DE CÁLCULO NUMÉRICO	186,50	0	23	VESTÍBULO	203,92	0	40	ALMACÉN	5,29
0	07	ASEOS MULLERES	16,33	0	24	SALÓN DE ACTOS	428,51	0	41	CORTAVENTOS	22,66
0	08	ASEOS HOMES	16,33	0	25	ALMACÉN	9,47	0	42	VESTÍBULO 1	45,68
0	09	CUARTO LIMPEZA	3,31	0	26	DESPACHO A0-01	40,27	0	43	SECRETARÍA	17,15
0	10	ASEOS ADAPTADOS	3,48	0	27	DESPACHO A0-02	19,91	0	44	ADMINISTRACIÓN	33,09
0	11	INSTALACIÓNS ELÉCTRICAS	1,15	0	28	DESPACHO A0-03	19,91	0	45	VESTÍBULO 2	32,45
0	12	SALA DE GRADOS 2	90,75	0	29	DESPACHO A0-04	19,91	0	46	NEGOCIADO DE ESTUDANTES	52,59
0	13	SALA DE GRADOS 1	183,28	0	30	DESPACHO A0-05	20,32	0	48	ASEOS	6,87
0	14	NOVOS DESPACHOS	241,42	0	31	DESPACHO A0-06	26,32	0	50	SALA DE XUNTAS	60,17
0	15	LOCAIS DE ESTUDANTES	124,92	0	32	ASEOS	13,12	0	51	VESTÍBULO DISTRIBUIDOR	635,91
0	16	LABORATORIO FUNDACIÓN ENXEÑERÍA CIVIL	149,31	0	33	DESPACHO A0-08	40,23	0	52	VESTÍBULO DISTRIBUIDOR	222,41

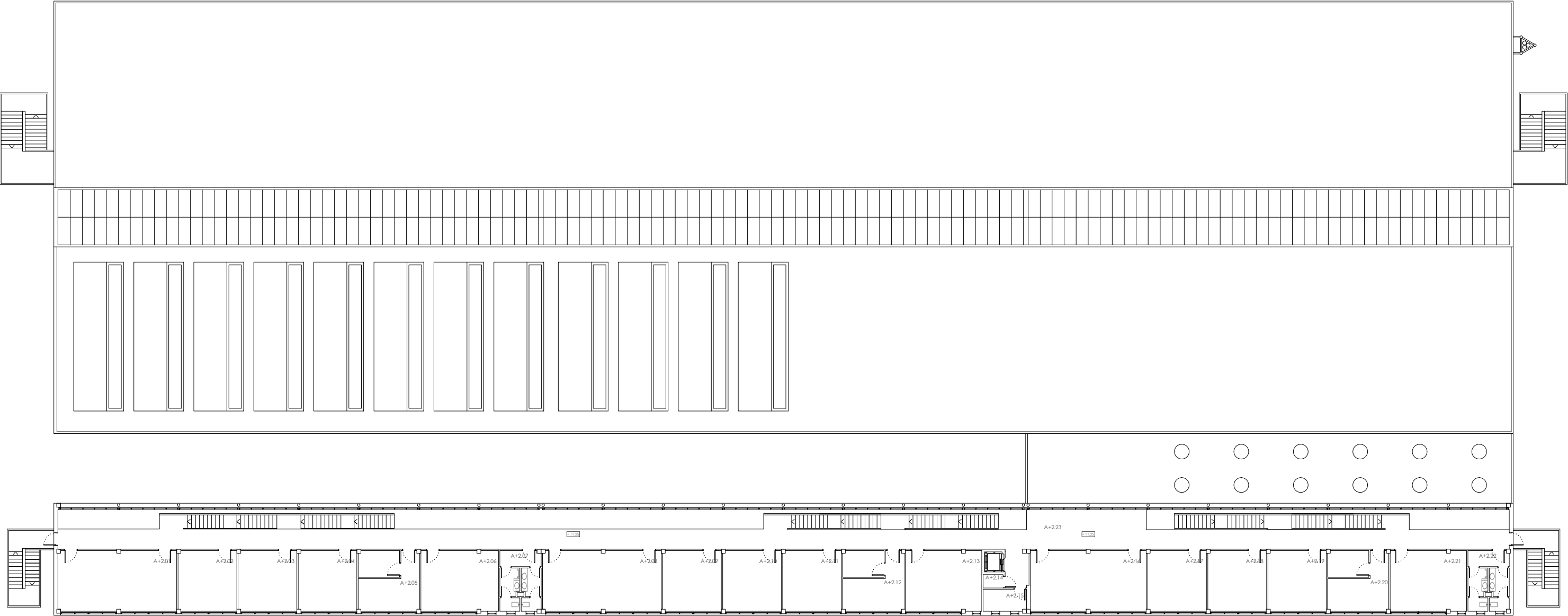
PROXECTO: PLANOS DE ESTADO ACTUAL		CENTRO: ETS DE CAMIÑOS, CANAIS E PORTOS		CAMPUS: A CORUÑA - ELVIÑA	
PLANO: ANDAR 0 cota +3,75m					
ESCALA: 1/300		Cotas en metros		DATA DE CONSTRUCCIÓN: 1993	
ARQUITECTO: CARLOS FERNÁNDEZ GAGO VARELA; FRANCISCO JOSE CARIDAD YAÑEZ; EDUARDO ALFONSO CARIDAD YAÑEZ				DATA DE ACTUALIZACIÓN: MARZO 2011	
VICERREITORÍA DE INFRAESTRUTURAS E XESTIÓN AMBIENTAL SERVIZO DE ARQUITECTURA E URBANISMO				<div>Nº: 002</div> <div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div>	



ANDAR PRIMEIRO

+0	00	USO	SUP	+1	17	DEPÓSITO DE LIBROS	106,67	+1	36	ALMACÉN	5,29
+1	01	AULA 1	183,28	+1	18	CABINAS DE PROXECCIÓN	34,51	+1	37	FUNDACIÓN DA ENXEÑERÍA CIVIL DE GALICIA	18,97
+1	02	AULA 2	183,51	+1	19	ALMACÉN	17,07	+1	38	SUBDIRECTOR DE COORDINACIÓN	19,91
+1	03	AULA 3	183,51	+1	20	DESPACHO A1-01A	40,25	+1	39	XEFE DE ESTUDOS	19,91
+1	04	AULA 4	186,50	+1	22	DESPACHO A1-02	19,91	+1	40	SECRETARÍA ACADÉMICA	19,91
+1	05	ASEOS MULLERES	16,33	+1	23	DESPACHO A1-03	19,91	+1	41	SECRETARÍA DE DIRECCIÓN	20,01
+1	06	ASEOS HOMES	16,33	+1	24	DESPACHO A1-04	19,91	+1	42	DIRECTOR	30,57
+1	07	CUARTO LIMPEZA	3,31	+1	25	DESPACHO A1-05	20,32	+1	43	SALA DE REUNIÓN	16,16
+1	08	ASEOS ADAPTADOS	3,48	+1	26	DESPACHO A1-06	26,32	+1	44	ASEOS	13,16
+1	09	INSTALACIÓNS ELÉCTRICAS	1,15	+1	27	ASEOS	13,12	+1	45	DESPACHO A1-13	24,58
+1	10	AULA 5	90,87	+1	28	DESPACHO A1-07A	19,91	+1	46	DESPACHO A1-14	17,34
+1	11	AULA 6	90,28	+1	29	DESPACHO A1-07B	20,01	+1	47	DESPACHO A1-15	17,34
+1	12	AULA 7	91,56	+1	30	DESPACHO A1-08	19,91	+1	48	DESPACHO A1-16	24,37
+1	13	AULA DE DEBUXO 1	375,83	+1	31	DESPACHO A1-09	19,91	+1	49	DESPACHO A1-17	24,37
+1	14	AULA DE DEBUXO 2	126,83	+1	32	DESPACHO A1-10	19,91	+1	50	DESPACHO A1-18	24,91
+1	15	BIBLIOTECA	440,61	+1	33	DESPACHO A1-11	20,32	+1	51	VESTÍBULO DISTRIBUIDOR	500,72
+1	16	DESPACHO	20,11	+1	34	DESPACHO A1-12	25,86	+1	52	VESTÍBULO DISTRIBUIDOR	282,79
				+1	35	INSTALACIÓNS ELÉCTRICAS	1,50				

PROXECTO: PLANOS DE ESTADO ACTUAL		CENTRO: ETS DE CAMIÑOS, CANAIS E PORTOS		CAMPUS: A CORUÑA - ELVIÑA	
PLANO: <b>ANDAR +1 cota +7,50m</b>					
ESCALA: 1/300		Cotas en metros		DATA DE CONSTRUCCIÓN: 1993	
ARQUITECTO: CARLOS FERNÁNDEZ GAGO VARELA; FRANCISCO JOSE CARIDAD YAÑEZ; EDUARDO ALFONSO CARIDAD YAÑEZ				DATA DE ACTUALIZACIÓN: MARZO 2011	
VICERREITORÍA DE INFRAESTRUTURAS E XESTIÓN AMBIENTAL SERVIZO DE ARQUITECTURA E URBANISMO				<div>Nº: 003</div> <div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div>	



ANDAR SEGUNDO

+0	00	USO	SUP				
				+2	12	DESPACHO A2-11	20,32
+2	01	ASOCIACIÓN DE ENXEÑEÍROS DE CAMIÑOS, CANAIS E PORTOS	40,27	+2	13	DESPACHO A2-12	25,86
+2	02	DESPACHO A2-01	19,91	+2	14	INSTALACIÓNS ELÉCTRICAS	1,63
+2	03	DESPACHO A2-02	19,91	+2	15	ALMACÉN	5,29
+2	04	DESPACHO A2-03	19,91	+2	16	DESPACHO A2-14	39,39
+2	05	DESPACHO A2-04	20,32	+2	17	DESPACHO A2-15	19,91
+2	06	DESPACHO A2-05	26,32	+2	18	DESPACHO A2-16	19,91
+2	07	ASEOS	13,12	+2	19	DESPACHO A2-17	19,82
+2	08	DESPACHO A2-07	40,23	+2	20	DESPACHO A2-18	20,24
+2	09	DESPACHO A2-08	19,91	+2	21	DESPACHO A2-19	25,93
+2	10	DESPACHO A2-09	19,91	+2	22	DESPACHO A2-20	13,16
+2	11	DESPACHO A2-10	19,91	+2	23	VESTÍBULO DISTRIBUIDOR	180,07

PROXECTO: PLANOS DE ESTADO ACTUAL

CENTRO: ETS DE CAMIÑOS, CANAIS E PORTOS

CAMPUS: A CORUÑA - ELVIÑA

PLANO: ANDAR +2 cota +11,25m

ESCALA: 1/300

Cotas en metros

DATA DE CONSTRUCCIÓN: 1993

ARQUITECTO: CARLOS FERNÁNDEZ GAGO VARELA; FRANCISCO JOSE CARIDAD YAÑEZ; EDUARDO ALFONSO CARIDAD YAÑEZ

DATA DE ACTUALIZACIÓN: MARZO 2011

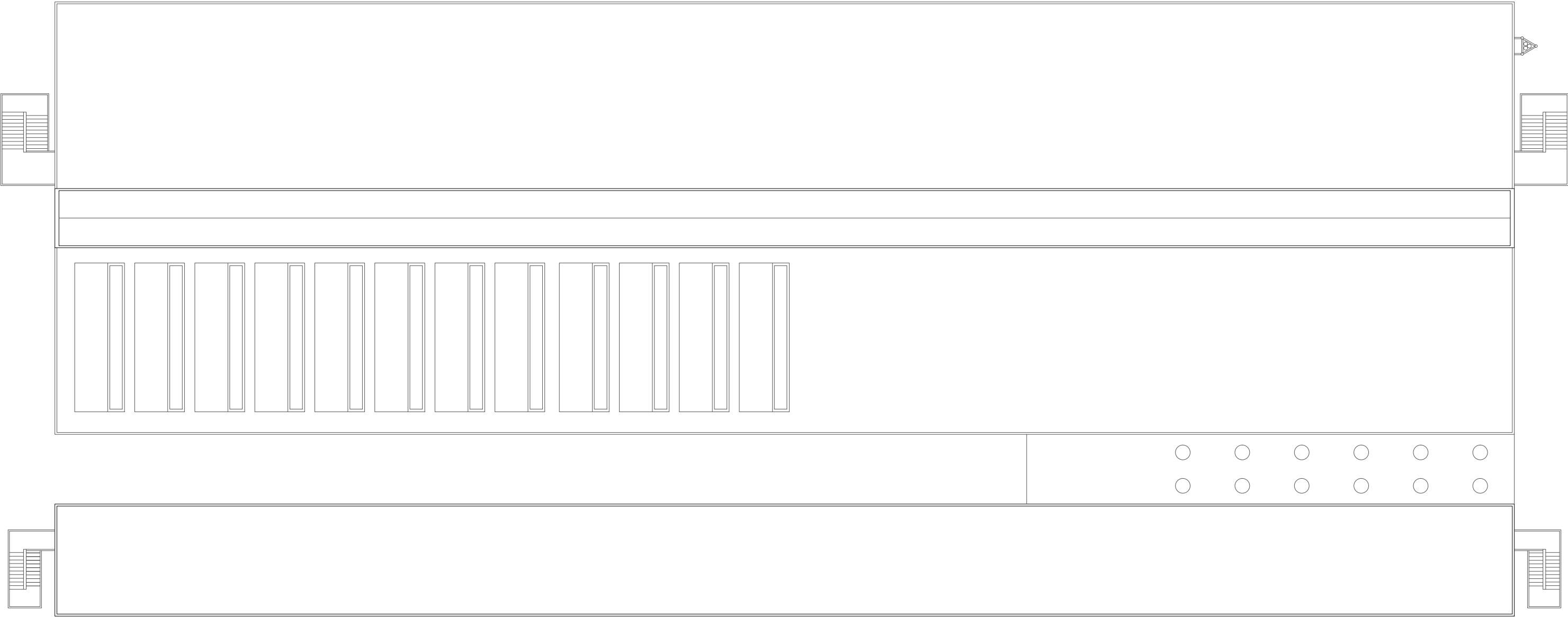
VICERREITORÍA DE INFRAESTRUTURAS E XESTIÓN AMBIENTAL

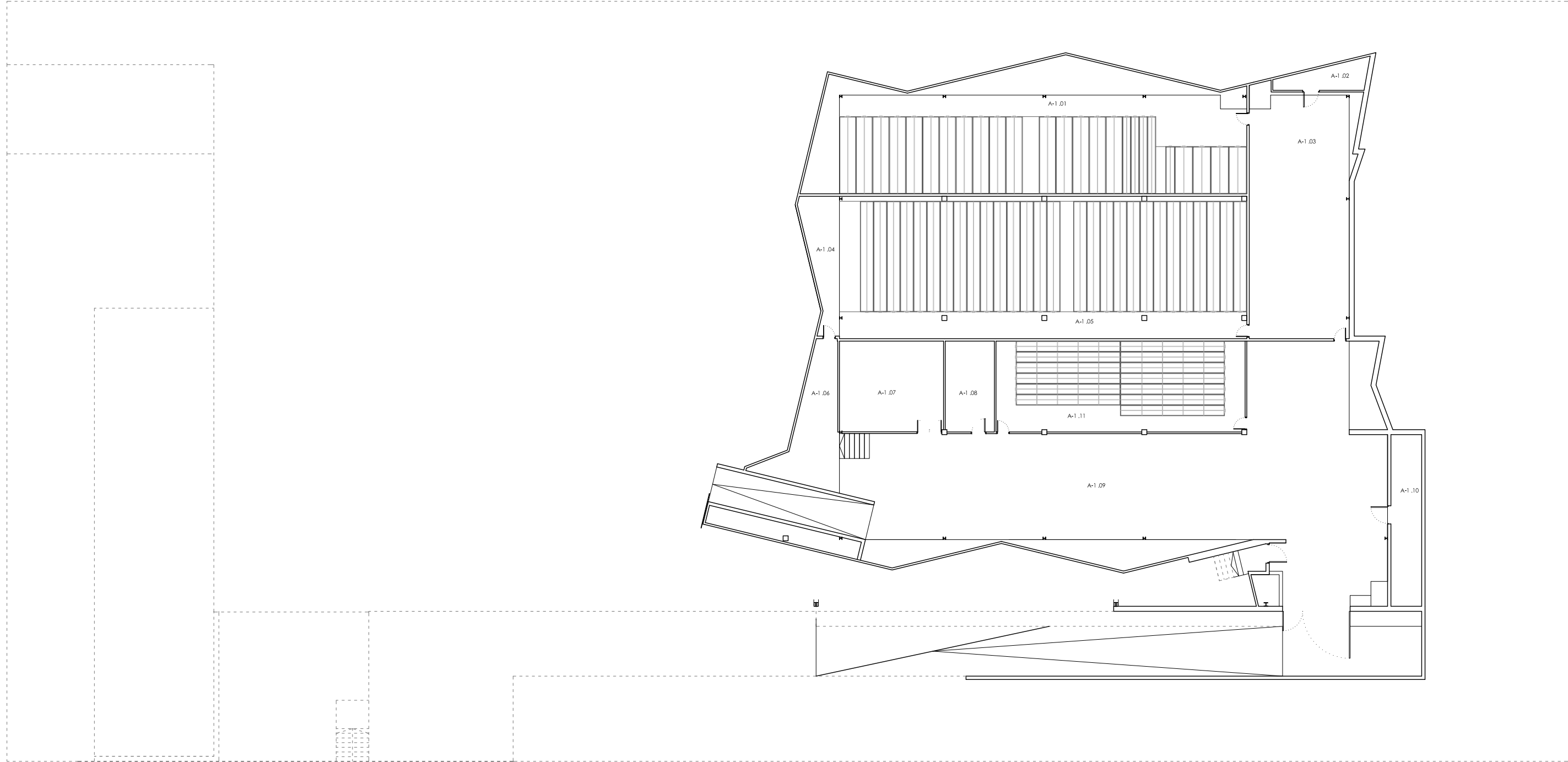
SERVIZO DE ARQUITECTURA E URBANISMO

Nº: 004

UNIVERSIDADE DA CORUÑA



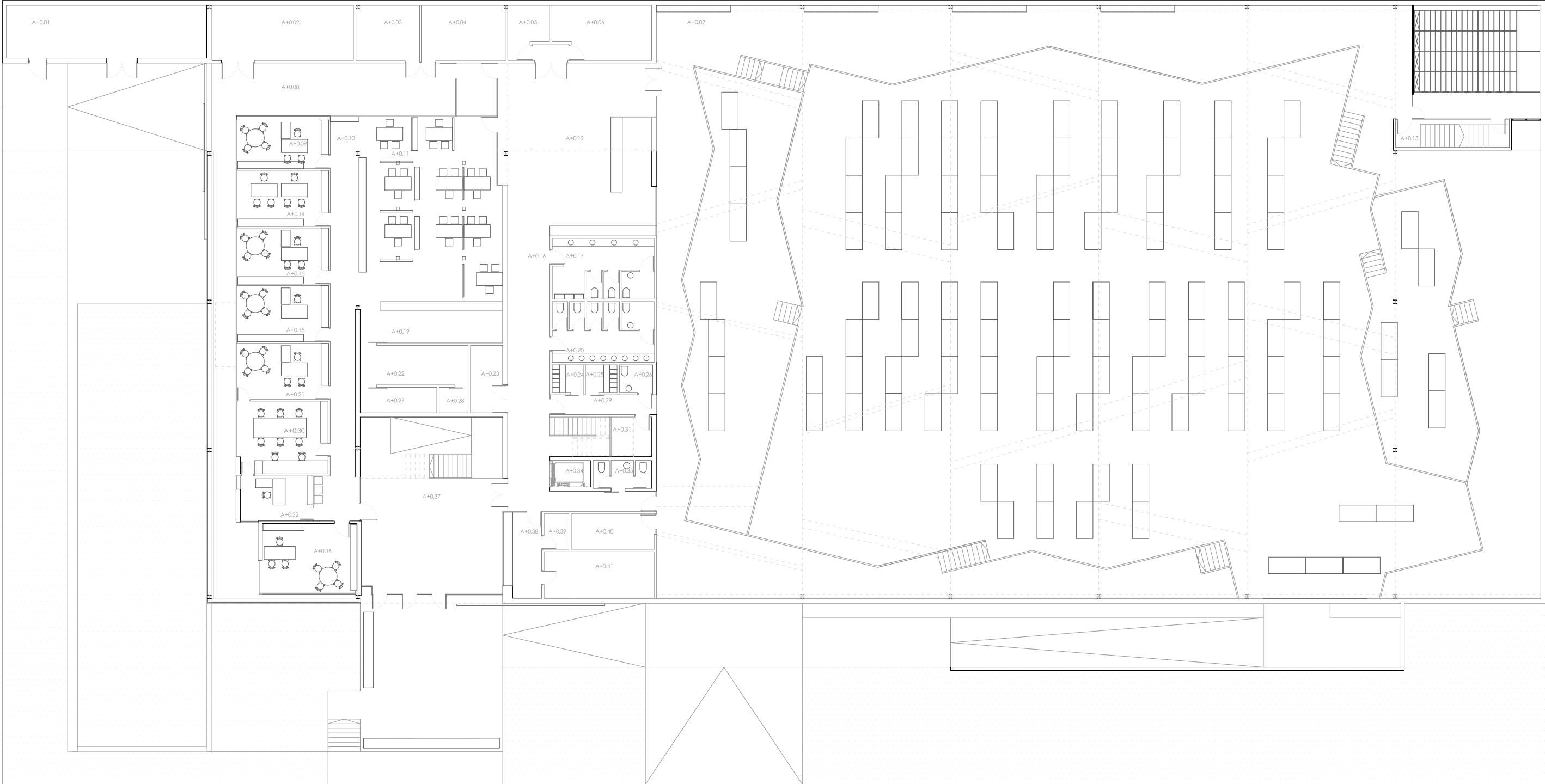




ANDAR SOTO


+0	00	USO	SUP
-1	00	SUPERFICIE CONSTRÚIDA	1060.77
-1	01	ARQUIVO	144.83
-1	02	CUARTO DE INSTALACIONES	7.53
-1	03	ARQUIVO	86.62
-1	04	ALMACÉN	14.21
-1	05	ARQUIVO	208.80
-1	06	PASILLO	23.31
-1	07	ALMACÉN	33.98
-1	08	ALMACÉN	16.06
-1	09	ALMACÉN	264.44
-1	10	CUARTO DE INSTALACIONES	19.06
-1	11	ARQUIVO	81.37


PROXECTO: PLANOS DE ESTADO ACTUAL		CENTRO: EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE		CAMPUS: A CORUÑA - ELVIÑA		
PLANO: ANDAR SOTO						001
ESCALA: 1/250		Cotas en metros		DATA DE CONSTRUCCIÓN: 2005		
ARQUITECTO: BERMÚDEZ GRAÑO-GARITAONAINDIA DE VERA				DATA DE ACTUALIZACIÓN: OUTUBRO 2013		
VICERREITORÍA DE PLANIFICACIÓN ECONÓMICA E INFRAESTRUTURAS SERVIZO DE ARQUITECTURA, URBANISMO E EQUIPAMENTOS					 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	



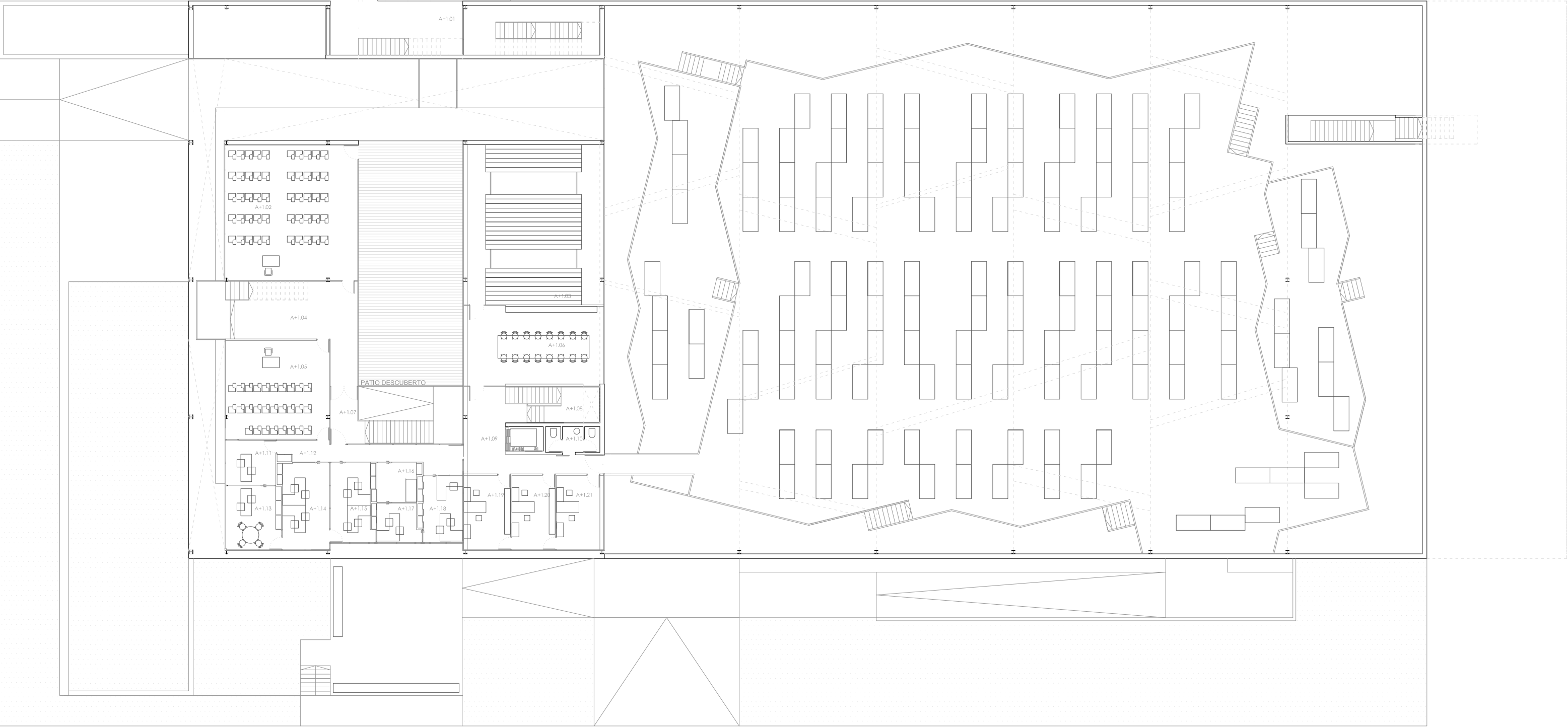
ANDAR 0

ANDAR	LOCAL	USO	SUP								
+0	00	SUPERFICIE CONSTRUIDA	3018.51	+0	16	CORREDOR	50.64	+0	32	SECRETARÍA VICERRECTOR	12.06
+0	01	INSTALACIÓNS CADROS ELÉCTRICOS	38.94	+0	17	ASEOS	22.14	+0	34	ASCENSOR	1.95
+0	02	INSTALACIÓNS	28.78	+0	18	TÉCNICO SUPERIOR DE MANTEMENTO	18.98	+0	35	ASEOS	5.79
+0	03	INSTALACIÓNS XERADORES	12.94	+0	19	ALMACÉN	16.83	+0	36	DESPACHO VICERRECTOR	24.61
+0	04	INSTALACIÓNS CADROS ELÉCTRICOS	13.22	+0	20	ASEOS	21.93	+0	37	ENTRADA-RECBIDOR	86.60
+0	05	INSTALACIÓNS CUARTO DE CALDEIRAS	10.83	+0	21	DESPACHO ARQUITECTO	18.92	+0	38	CONSERXERÍA	11.64
+0	06	INSTALACIÓNS SALA DE MÁQUINAS	19.02	+0	22	ALMACÉN	16.14	+0	39	SALA	40.08
+0	07	AULA DE ESTUDIO	1916.18	+0	23	INTALACIÓNS CLIMATIZACIÓN	40.08	+0	40	ALMACÉN	40.08
+0	08	CORREDOR	114.52	+0	24	ALMACÉN	3.33	+0	41	ALMACÉN	40.08
+0	09	TÉCNICO EQUIPAMENTOS E ALMACENS	16.44	+0	25	ALMACÉN	3.33				
+0	10	CORREDOR	42.66	+0	26	ASEO	3.40				
+0	11	ZONA COMÚN	96.93	+0	27	ALMACÉN	7.21				
+0	12	SALA	98.59	+0	28	ALMACÉN	2.71				
+0	13	ESCALEIRAS	11.83	+0	29	CORREDOR	7.68				
+0	14	DESPACHO	18.92	+0	30	SALA DE XUNTAS	24.25				
+0	15	ARQUITECTO TÉCNICO	18.92	+0	31	ALMACÉN	5.92				

PROXECTO: PLANOS DE ESTADO ACTUAL		CENTRO: EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE		CAMPUS: A CORUÑA - ELVIÑA	
PLANO: <b>ANDAR 0</b>					
ESCALA: 1/250		Cotas en metros			
ARQUITECTO: BERMÚDEZ GRAÑO-GARITAONAINDIA DE VERA				DATA DE CONSTRUCCIÓN: 2005	
VICERREITORÍA DE INFRAESTRUTURAS E XESTIÓN AMBIENTAL				DATA DE ACTUALIZACIÓN: MARZO 2011	
SERVIZO DE ARQUITECTURA E URBANISMO				Nº: <b>002</b>	



  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

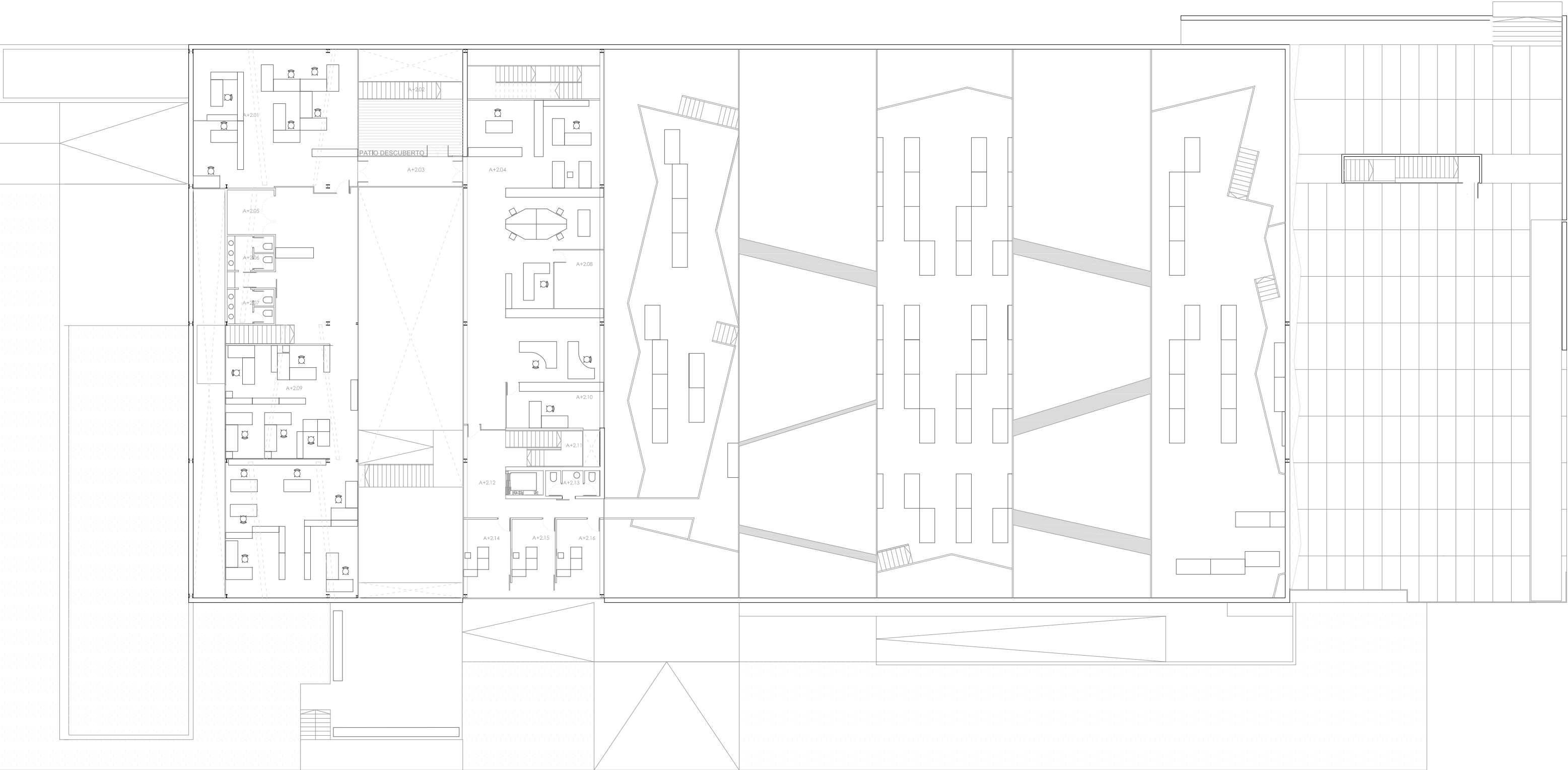




ANDAR PRIMEIRO


ANDAR	LOCAL	USO	SUP				
+0	00	SUPERFICIE CONSTRUIDA	889.00	+1	15	DESPACHO	14.64
+1	01	SAÍDA DE EMERXENCIA	62.84	+1	16	SALA DA FOTOCOPIADORA	7.27
+1	02	AULA	77.66	+1	17	DESPACHO DE ADMINISTRACIÓN	7.68
+1	03	ARQUIVO	96.80	+1	18	ADMINISTRACIÓN	12.56
+1	04	CORREDOR	30.18	+1	19	XEFATURA NEGOCIADO	15.05
+1	05	AULA	44.30	+1	20	DIRECCIÓN	13.87
+1	06	SALA DE XUNTAS	24.25	+1	21	INTERCAMBIO CIENTÍFICO	13.87
+1	07	ESCALEIRAS	96.80				
+1	08	ESCALEIRAS	12.79				
+1	09	CORREDOR	25.59				
+1	10	ASEOS	5.81				
+1	11	DESPACHO	9.68				
+1	12	CORREDOR	16.69				
+1	13	DESPACHO	15.03				
+1	14	DESPACHO	18.11				

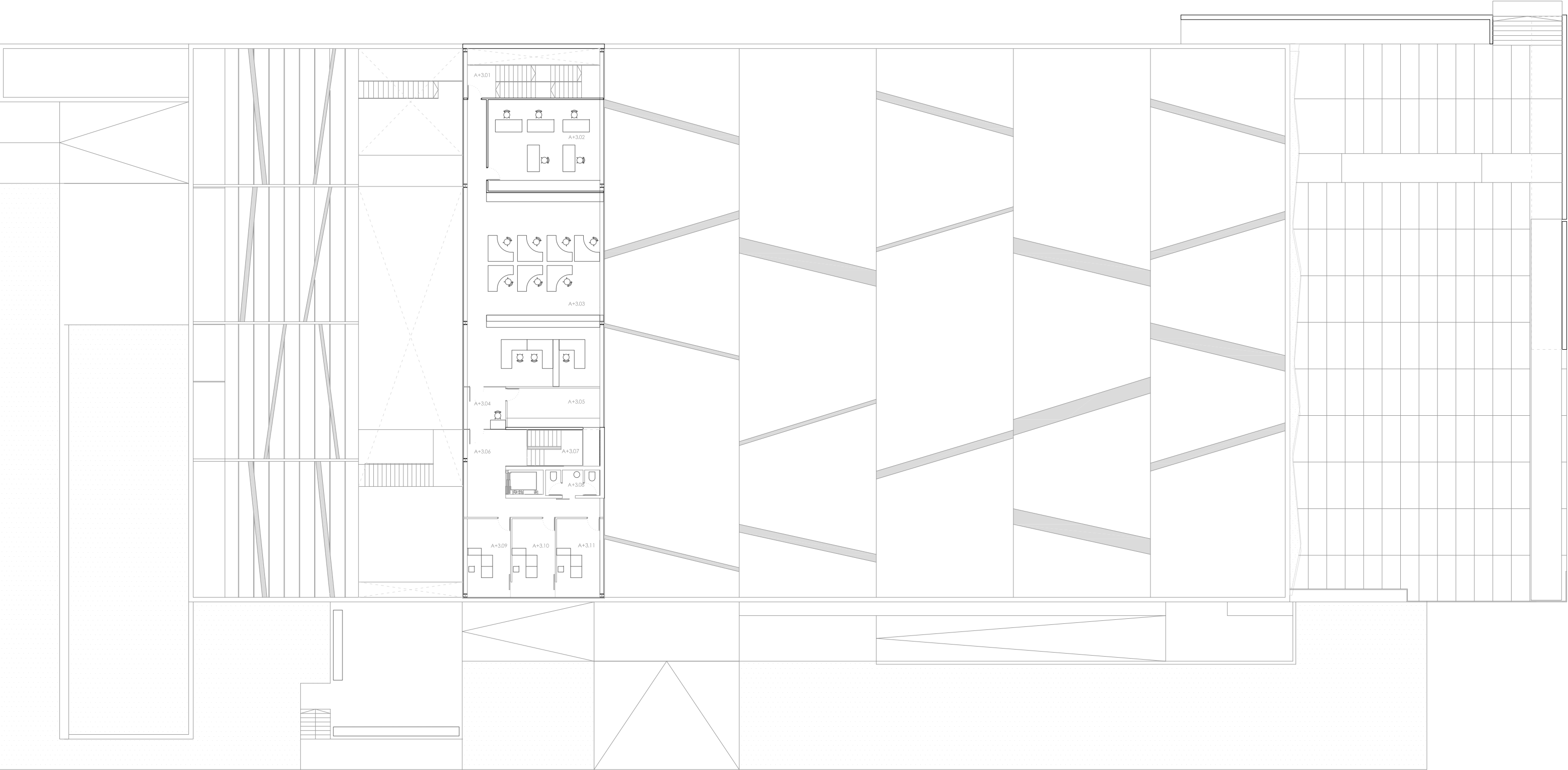
PROXECTO: PLANOS DE ESTADO ACTUAL		CENTRO: EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE		CAMPUS: A CORUÑA - ELVIÑA	
PLANO: ANDAR +1					
ESCALA: 1/250		Cotas en metros		DATA DE CONSTRUCCIÓN: 2005	
ARQUITECTO: BERMÚDEZ GRAÑO-GARITAONAINDIA DE VERA				DATA DE ACTUALIZACIÓN: MARZO 2011	
VICERREITORÍA DE INFRAESTRUTURAS E XESTIÓN AMBIENTAL SERVIZO DE ARQUITECTURA E URBANISMO					Nº: 003 



ANDAR SEGUNDO


ANDAR	LOCAL	USO	SUP				
+0	00	SUPERFICIE CONSTRUIDA	864.00	+2	11	ESCALEIRAS	10.46
+2	01	SERVIZO DE BIBLIOTECA PÚBLICA	98.77	+2	12	CORREDOR	26.89
+2	02	ESCALEIRAS	7.74	+2	13	ASEOS	5.81
+2	03	CORREDOR	13.45	+2	14	DESPACHO BIBLIOTECA	13.87
+2	04	ÁREA DE TRABALLO	162.13	+2	15	ADMINISTRACIÓN	13.87
+2	05	ALMACÉN	9.01	+2	16	DESPACHO	13.87
+2	06	ASEOS	6.74				
+2	07	ASEOS	6.74				
+2	08	ALMACÉN	12.49				
+2	09	SERVIZO DE INFORMÁTICA E COMUNICACIÓN	143.16				
+2	10	DESPACHO	15.91				

PROXECTO: PLANOS DE ESTADO ACTUAL		CENTRO: EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE		CAMPUS: A CORUÑA - ELVIÑA	
PLANO: <b>ANDAR +2</b>					
ESCALA: 1/250		Cotas en metros		DATA DE CONSTRUCCIÓN: 2005	
ARQUITECTO: BERMÚDEZ GRAÑO-GARITAONAINDIA DE VERA				DATA DE ACTUALIZACIÓN: MARZO 2011	
VICERREITORÍA DE INFRAESTRUTURAS E XESTIÓN AMBIENTAL				Nº: <b>004</b>	
SERVIZO DE ARQUITECTURA E URBANISMO					



ANDAR TERCEIRO

ANDAR	LOCAL	USO	SUP
+3	00	SUPERFICIE CONSTRÚIDA	338.10
+3	01	ESCALEIRAS	29.87
+3	02	DIRECCIÓN SIC	44.19
+3	03	SERVIZO DE INFORMÁTICA DE COMUNICACIÓNS	126.03
+3	04	DISTRIBUIDOR	7.62
+3	05	CEDAR SALA DE CONSULTA	16.28
+3	06	CORREDOR	23.90
+3	07	ESCALEIRAS	12.21
+3	08	ASEOS	5.81
+3	09	TÉCNICO DE ARQUIVO	15.86
+3	10	TÉCNICO DE ARQUIVO	14.64
+3	11	DESPACHO	15.83

PROXECTO: PLANOS DE ESTADO ACTUAL		CENTRO: EDIFICIO XOANA CAPDEVIELLE		CAMPUS: A CORUÑA - ELVIÑA	
PLANO: ANDAR +3					
ESCALA: 1/250		Cotas en metros		DATA DE CONSTRUCCIÓN: 2005	
ARQUITECTO: BERMÚDEZ GRAÑO-GARITAONAINDIA DE VERA				DATA DE ACTUALIZACIÓN: MARZO 2011	
VICERREITORÍA DE INFRAESTRUTURAS E XESTIÓN AMBIENTAL SERVIZO DE ARQUITECTURA E URBANISMO					Nº: 005
					